

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB – BLIDA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Département : Biologie et physiologie cellulaire

Option: Ecosystèmes aquatiques

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention de Master  
académique en science de La nature et de la vie.

*Thème*

Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique  
de l'eau d'oued chiffa.

Réalisé par : **Bouanser aya** et **Boucelham chahinez**

**Devant les membres de jury**

|                            |     |            |
|----------------------------|-----|------------|
| Président : Mme Boulahia   | MAA | USD-Blida1 |
| Examinatrice : Mme Khettar | MAA | USD-Blida1 |
| Promotrice: Mme Chaichi    | MCB | USD-Blida1 |

**Année Universitaire 2018-2019**

# Remerciements :

Je tiens à exprimer mes remerciements

Au bon dieu de m'avoir donné la santé, la volonté et la patience de réaliser ce travail.

A ma promotrice M<sup>me</sup> **CHAICHI W** pour ses conseils, son aide, sa gentillesse, sa Patience et pour sa disponibilité de tous les instants.

Nous remercions également M<sup>me</sup> **BOULAHIA I** d'avoir acceptée de présider notre jury de soutenance.

Nous remercions également M<sup>me</sup> **KHETTAR S** pour l'honneur qu'elles nous ont fait d'avoir acceptée d'examiner ce travail.

Aux personnels de laboratoire de l'ADE : **Mr YAHYAOUI F** .chef de service, pour ses conseils et son aide, à M<sup>me</sup> **TABLAOUL K** pour sa Grande patience, sa gentillesse et son aide.

Aux personnels de laboratoire d'hygiène de la willaya de Tipaza surtout à Dr Lettout Hamza pour son aide précieuse et sa gentillesse.

A tous les personnels techniques et administratifs de la bibliothèque de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique de Soumaa – Blida : le secrétariat du groupe, le service informatique et le service de documentation d'avoir acceptée les étrangères avec gentillesse et qu'ils toujours aidé par leur disponibilité et leur attention.

A tous les personnels de la bibliothèque de la Biologie pour son aide et sa gentillesse.

A tous les enseignants de biologie qui ont contribué à notre formation.

A tous ceux qui d'une façon ou d'autre ont participé à la réalisation de ce modeste travail.

# Dédicace

Au tout puissant Allah

Je dédie ce modeste travail exclusivement à mes chers parents Djamel et Malika qui m'ont toujours encouragé, conseillé, guidé durant toutes mes années d'étude.

Que dieux vous protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous combler de bonheur.

Ce mémoire lui revient de droit

Je dédie aussi ce travail à :

- ✚ Mes grands parents Rabah et Fatma, Abd elkader et Aicha.
- ✚ Mes frères Abed el raouf , Imad et surtout youcef.
- ✚ Mes oncles Mhamed, Fateh, Nour el dine et toufik.
- ✚ mes tantes spécialement Fadila, Asma et Rabiaa.
- ✚ Tous les cousins et cousines, spécialement Manel.
- ✚ Tous mes amis surtout Djaouida et nora et à toute personne que j'ai aimée et respectée, a tous les étudiants de la deuxième année master écosystème aquatique.

Merci à tous.

Aya.

# Dédicace

## Au tout puissant Allah

Je dédie ce modeste travail exclusivement à mes chers parents **Youcef et Chamia** qui m'ont toujours encouragé, conseillé, guidé durant toutes mes années d'études.

Que Dieux vous protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je  
Puisse vous combler de bonheur .

Je dédie ce travail à :

Mes grands-parents : Mohamed et Hanifa , Amhamed et Anissa

Mes frères : Amine et Zine el dine que dieux vous protège et vous offre une vie pleine de joie et de réussite .

Ma chère sœur : Marwa que dieux te protège et t'offre une vie pleine de joie de santé et de réussite .

Mes oncles spécialement Omar , Kamel et Abd el moumen .

Mes tantes Mouna et Lamia pour ses encouragements dans les épreuves les plus terribles et ses judicieux conseils .

Tous mes cousins et cousines .

Tous mes chères amies spécialement Nihad et Hiba .

A tous mes amis et toute personne que j'ai aimée et respectée, à tous les étudiants de la deuxième année master Ecosystème aquatique .

**Merci à tous**

**Chahinez**

## Résumé :

Dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau d'oued chiffa, une étude a été menée sur des échantillons d'eau prélevés au niveau de trois stations sur une période s'étalant du mois du Février jusqu'au mois de Mai 2019.

Nous avons prendre a la détermination des paramètres physico-chimiques telle que la température, le pH, la conductivité, la turbidité, la DBO<sub>5</sub>, les nitrates, les nitrites, l'ammonium et le fer.

Ainsi bactériologique telle que les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux, salmonella et vibrion.

Les résultats des analyses physico-chimiques pour certains paramètres montrent une conformité aux normes nationales JORA des eaux de surfaces, une température inférieur à 25°C, conductivité élevée de l'ordre de 1339  $\mu\text{S/cm}$ .

Par contre, les autres valeurs ne sont pas conformes aux normes, c'est le cas de nitrites 0.6 mg/l, le fer 1.45mg/l et la DBO<sub>5</sub> qui est supérieur à 50 mg/l.

Les analyses bactériologiques ont montré une absence des microorganismes pathogènes dans les eaux d'oued chiffa telle que les Salmonelles et vibrion choléra . Par contre une contamination est indiquée dans l'eau des trois stations d'études par les indicateurs de pollution fécale (coliformes totaux, coliformes fécaux et les streptocoques fécaux).

Mots clés : Oued chiffa, analyses physico-chimique, analyses bactériologiques, qualité, les normes, contamination fécale.

## الملخص :

من أجل تقييم الجودة الفيزيائية و البكتريولوجية لمياه وادي شفة . أجريت دراسة على عينات المياه التي أخذت من ثلاث محطات على مدى فترة تتراوح من فبراير إلى مايو 2019.

لقد أخذنا بعين الاعتبار تحديد المعلمات الفيزيائية و الكيميائية كدرجة الحرارة, درجة الحموضة, الناقلية, التعكر,  $DBO_5$ , النترا, النتريت, الألمنيوم و الحديد. و كذلك المعلمات البكتريولوجية مثل القولونيات و القولونيات البرازية , والمكورات العقدية البرازية, السالمونيلا و الضمة.

تظهر نتائج التحليلات الفيزيائية و الكيميائية لبعض المعلمات الامتثال لمعايير JORA الوطنية للمياه السطحية , الحرارة أدناه 25 درجة مئوية, الناقلية مرتفعة تصل الى ( $1339\mu S/cm$ ).

من ناحية أخرى , فان القيم الأخرى ليست متوافقة مع المعايير , انها حالة النتريت ( $0.6mg/l$ ) والحديد ( $1.45mg/l$ ) و  $DBO_5$  أكبر من ( $50mg/l$ ).

التحليلات البكتريولوجية أظهرت عدم وجود الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض في مياه وادي شفة مثل السالمونيلا و الضمة, من ناحية أخرى يشار الى التلوث في ماء الثلاث محطات بواسطة مؤشرات التلوث البرازي (القولونيات و القولونيات البرازية , والمكورات العقدية البرازية).

الكلمات المفتاحية : وادي شفة, التحليلات الفيزيائية و الكيميائية , التحليلات البكتريولوجية, الجودة, التلوث البرازي.

## **Abstract :**

In order to evaluate the physicochemical and bacteriological quality of oued chiffa , a study was conducted on water samples taken at three stations on a period from February to May 2019 .

We have taken into consideration the determination of the physicochemical parameters as temperature , pH , conductivity , turbidity , BOD<sub>5</sub> , nitrates , nitrites , ammonium and iron .

As well as bacteriological parameters such as coliforms total and fecal , faecal streptococci , Salmonella and vibron .

The results of of the physico-chemical analyzes for certain parameters show a compliance with JORA national standards for surface water , a temperature below 25°C , high conductivity of the order of 1339 µS/ cm .

On the other hand , the other values are not in conformity with the standards , it is the case of nitrites 0,6 mg/l , iron 1,45 mg/l , and BOD<sub>5</sub> which is greater than 50 mg/l .

Bacteriological analyzes showed an absence of pathogenic microorganisms in the waters of oued chiffa such as salmonella and vibron . On the other hand , a contamination is indicated

In the water of three study stations by fecal pollution indicators ( total coliforms , coliforms fecal and faecal streptococci ) .

# Liste des abréviations

**A D E** : Algérienne Des Eaux

**D/C** : Double concentration

**EDTA** : Ethylène Diamine Tétra – Acétique

**E P A** : Eau Peptonée Alcaline

**G N A B** : Gélose nutritive alcaline biliée

**S F B** : Bouillon au sélénite de sodium cystéine

**H C L** : Acide Chlorhydriques

**I S O** : International Standard Organisation

**M E S** : Matière en suspension

**M O** : Matière Organique

**M T H** : Maladies à Transmission Hydrique

**μS/cm** : micro Siemens par centimètre

**N T U** : Néphlometric Turbidity Unit

**O M S** : Organisation Mondiale de la Santé

**U F C** : Unité Formant Colonie

**C F** : Coliforme Fécaux

**C T** : Coliforme Totaux

**S F** : Streptocoques Fécaux



## Liste des tableaux

**Tableau N° 1** : Paramètres mesurés et méthode analytique utilisés.

**Tableau N°2** : Protocole d'échantillonnage.

**Tableau N° 3** : Résultats de la DBO<sub>5</sub> et MES de la station 1.

**Tableau N° 4** : Résultats de la DBO<sub>5</sub> et MES de la station 2.

**Tableau N° 5** : Résultats de la DBO<sub>5</sub> et MES de station 3.

## Listes des figures :

**Figure01** : Schéma des principales sources de pollution des eaux de surface

**Figure02**: Carte géographique du site d'étude.

**Figure03** : principales stations d'échantillonnage.

**Figure04** : Schéma directeur.

**Figure05** : Représentation des variations en concentration des éléments minéraux d'oued chiffa.

**Figure06** :Projection des paramètres chimiques des trois (03) stations d'oued chiffa sur lesdeux axes de l'ACP

**Figure07** :Effet des différents paramètres physico-chimiques sur la qualité de l'eau d'oued chiffa.

**Figure 08** :Effet des différents paramètres physico-chimiques sur la qualité de l'eau d'oued chiffa.

**Figure09**: Effet des différents paramètres physico-chimiques sur la qualité de l'eau d'oued chiffa.

**Figure10** :Représentation des variations en concentration des paramètres bactériologiques de l'eau d'oued chiffa.

**Figure11** : Étude comparée des paramètres bactériologiques de la qualité de l'eau d'oued chiffa.

**Figure 12** : La recherche des salmonelles, AnnexeIV.

# Glossaire

**Oued** : Non arabe devenu d'usage commun en hydrologie et désignant un cours d'eau temporaire propre aux régions méditerranéennes et désertique.

**Atmosphère** : est la couche d'air qui entoure la terre.

**Aquifère** : Formation géologique contenant de façon temporaire ou permanente de l'eau mobilisable, constituée de roches perméable (formation poreuses et /ou fissurées) et capable de la restituer naturellement et /ou par exploitation (drainage, pompage).

**Eaux brutes** : eaux de surface ou eaux souterraines que l'on peut utiliser comme source d'eau potable, mais qui n'a pas encore subi un traitement pour rendre l'eau potable.

**Erosion** : Usure ou lessivage du sol et de surface de la terre par l'action de l'eau , du vent ou de la glace .

**Alcalinité** : Pouvoir de neutralisation des acides d'une eau. L'alcalinité est généralement causée par des ions bicarbonates et des ions carbonates

**Gram négatif** : Qualification donnée à certains bactéries qui ne prennent pas le colorant de Gram .

**Bactéries** : Microorganismes unicellulaires procaryotes, très répons et de formes très variés.

**Bactérie aérobie** : Se dit d'une bactérie qui ne peut se développer qu'en présence d'oxygène libre ou d'air (teneur en oxygène de 21 %).

**Bactérie anaérobie** : Se dit d'une bactérie qui ne tire pas son énergie de l'oxygène et ne peut pas se développer en présence d'air .

**Pathogène** : Se dit d'un organisme capable de causer une maladie chez un autre organisme prédisposé .

## Sommaire :

|                           |    |
|---------------------------|----|
| <b>Introduction</b> ..... | 01 |
|---------------------------|----|

### **Données bibliographiques**

|  |    |
|--|----|
| <b>Chapitre I : Généralité sur l'eau</b> ..... | 04 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| I.1 Répartition de l'eau sur la planète..... | 04 |
|--|----|

|                              |    |
|------------------------------|----|
| I.2 Les eaux naturelles..... | 04 |
|------------------------------|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Chapitre II : La détérioration de la qualité de l'eau</b> ..... | 06 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| II .1 Aspects de la pollution des eaux ..... | 06 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| II .2 Les principaux polluants des eaux ..... | 06 |
|---|----|

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| II .3 Origine de la pollution ..... | 07 |
|-------------------------------------|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Chapitre IV : Les paramètres physico-chimiques</b> ..... | 09 |
|---|----|

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| IV.1 Les paramètres physiques ..... | 09 |
|-------------------------------------|----|

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| IV.2 Les paramètres chimiques..... | 10 |
|------------------------------------|----|

|  |    |
|--|----|
| IV.3 Les paramètres de pollution ..... | 11 |
|--|----|

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| IV.4 Les paramètres biologiques ..... | 11 |
|---------------------------------------|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Chapitre V : Les paramètres bactériologiques de l'eau</b> ..... | 13 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| V.1 Bactéries indicatrices de contamination..... | 13 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| V.2 Les bactéries sulfite-réducteurs ..... | 13 |
|--|----|

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| V.3 Les streptocoques fécaux..... | 13 |
|-----------------------------------|----|

|                          |    |
|--------------------------|----|
| V.4 Les salmonelles..... | 13 |
|--------------------------|----|

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| V.5 Les vibrions cholériques..... | 14 |
|-----------------------------------|----|

### **Matériel et Méthodes**

|   |    |
|---|----|
| <b>Chapitre I : présentation de la zone d'étude</b> ..... | 16 |
|---|----|

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| I.1. Objectif du travail ..... | 16 |
|--------------------------------|----|

|  |  |    |
|--|--|----|
| I.2  | Description de la zone d'étude.....            | 16 |
| I.2.1  | Situation géographique et climatologie .....   | 16 |
| I.3  | Matériel et méthodes.....                      | 17 |
| I.3.1  | Matériel non biologique.....                   | 17 |
| I.3.2  | Matériel biologique.....                       | 19 |
| I.4  | Méthode d'analyse.....                         | 21 |
| I.4.1  | Analyse physico-chimique.....                  | 21 |
| I.4.2  | Analyse bactériologique.....                   | 31 |
| I.5  | Analyses statistiques.....                     | 36 |
| I.5.1  | Diagramme de ternaire.....                     | 36 |
| I.5.2  | L'analyse de la variance.....                  | 36 |
| I.5.3  | L'analyse multivariable.....                   | 36 |
| <br><b>Chapitre II : Résultats et discussion</b> |  |    |
| II.1   | Résultats des analyses physico-chimiques ..... | 37 |
| II.2   | Résultats d'analyses bactériologiques.....     | 48 |
| II.3   | Discussion générale.....                       | 53 |
|  | Conclusion.....                                | 56 |
|  | Références bibliographiques.....               | 57 |
|  | Annexes.....                                   | 62 |

# Introduction

---

## Introduction :

Si la Terre est appelée la planète bleue, ce n'est pas un hasard, elle est recouverte à 71% d'eau et d'une belle couleur bleue clairement visible depuis l'espace. L'eau douce, essentielle à nos besoins, ne représente que 1% du total des mers et des océans présents sur terre. Elle est donc un capital limité et fragile car menacée par une consommation croissante et par de multiples pollutions. Elle est aussi une ressource naturelle indispensable, non renouvelable, qu'il faut impérativement préserver (PNE, 2010).

Les écosystèmes aquatiques sont le siège de phénomènes chimiques, physiques et biologiques. Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques (Dynesius et Nilsson, 1994), Ils jouent des rôles essentiels dans la conservation de la biodiversité, dans le fonctionnement des organismes et dans le cycle de matière organique. (Lars et *al.*, 1999).

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés, l'utilisation intensive des engrais chimiques dans l'agriculture ainsi que l'exploitation désordonnée des ressources. Les activités agricoles, minières et industrielles de l'homme moderne génèrent des déchets chargés en éléments polluants. L'accumulation de ces éléments dans les formations superficielles en teneurs élevées, entraîne automatiquement grâce aux phénomènes qui accompagnent l'infiltration des eaux de pluie et superficielles (Rouabhia et *al.*, 2004).

En Algérie les eaux de surface sont les principales sources pour notre approvisionnement en eau potable, mais de plus en plus l'individu et la municipalité se tournent vers les nappes phréatiques qui renferment un volume énorme d'eau exploitable (Chekroud, 2007)

La pollution des eaux souterraines représente l'un des aspects les plus inquiétants et l'utilisation de ces eaux à des fins alimentaires représente un danger pour la santé (Belgiti et *al.*, 2008) , la grande majorité des problèmes représente un danger pour la santé manifeste liés à l'eau résultent d'une contamination microbienne ( bactérie, virus, protozoaire). L'eau contaminée est à l'origine de certaines maladies comme la poliomyélite, la fièvre typhoïde, le choléra, et d'autres maladies diarrhéiques (Ballif, 2012), ces maladies hydriques demeurent les principales causes de morbidité et de mortalité, en très grande majorité chez les enfants de moins de 5 ans (Dégbey et *al.*, 2008)

Dans cette optique, notre travail s'est orienté au niveau des eaux superficielles d'oued chiffadans trois stations d'échantillonnage, le premier : récolte de l'eau en amont d'oued, le second au milieu d'oued et le dernier en aval de l'oued dont l'objectif est :

- Contrôler de la qualité physico- chimique avec les différents paramètres :
- L'étude Bactériologique : consiste à la recherche des germes indicateurs d'une contamination fécale ainsi que les germes pathogènes.

Les hypothèses émissent durant cette étude sont :

# Introduction

---

- Y'a-t-il une différence entre les différents point d'échantillonnage d'eau du oued?
- L'eau du oued suite-elle les normes?

# **La synthèse bibliographique :**



## I. Généralité sur l'eau :

### I. 1-Répartition de l'eau sur la planète:

Dans l'optique de son utilisation par l'homme, les aspects quantitatifs et qualitatifs de l'eau sont étroitement liés :

-97% de l'eau se trouve dans l'océan ..., mais elle est salée ;

-L'atmosphère, qui retient seulement un cent millième de l'eau douce, joue cependant un rôle clé dans le cycle de l'eau hydrologique par le recyclage rapide qu'elle assure.

-Les calottes polaires, notamment celle de l'Antarctique, stockent les trois quarts de l'eau douce de la planète, cette réserve étant malheureusement inaccessible ;

-L'eau quant utilisant provient principalement des lacs et des cours d'eau, soit 3 % du réservoir d'eau douce ;

-Les nappes souterraines constituent un lieu important de stockage, probablement sous-estimé (Maurel A., 2001)

### 2- Les eaux naturelles :

Les réserves disponibles d'eaux sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surfaces stagnantes (lacs, retenues de barrages) ou en écoulement (rivières, fleuves) et des eaux de mer (Daniel *et al.* , 2005).

### I. 2-1 Les eaux souterraines :

Les eaux souterraines constituent 22% des réserves d'eau douce soit environ 1000 milliards de m<sup>3</sup>. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et sa structure géologique. Elles se réunissent en nappes.

Il en existe plusieurs types :

- **La nappe libre** : est directement alimenté par les eaux de ruissellement. Très sensibles à la pollution, elle est à l'origine des sources et des forages.
- **La nappe captive** : est séparée de la surface du sol par une couche imperméable. Elle n'est pas donc pas alimentée directement par le sol. Elle se situe à de grandes profondeurs et par conséquent est peu sensible aux pollutions. Enfin, les réserves d'eau à l'aplomb des fleuves ou rivières constituent les nappes alluviales (Cardot C., 2010).

### Les caractéristiques des eaux souterraines :

-Turbidité faible.

- Contamination bactérienne faible.
- Température constant.
- Indice de couleur faible.
- Dureté souvent élevée (Desjardins R ., 1990)

## **I. 2-2 Les eaux de surfaces :**

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents.

Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement (Daniel *et al.* , 2005).

Les eaux de surface sont classées en deux catégories :

- Les eaux stagnantes (ou milieux lenticques) caractérisés par un courant de vitesse nulle , ou quasi nulle , correspondent essentiellement aux lacs, étangs, mares et flaques.

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

- Les eaux courantes (ou milieux lotiques) regroupent toutes les eaux en mouvement : sources , torrents, ruisseaux, rivières, fleuves, constituant un vaste réseaux hydrographique qui mène à la mer. Ce sont des milieux ouverts présentant des échanges constants avec les systèmes qu'ils traversent (Genin B *et al.*, 2003)

### **Les caractéristiques des eaux de surfaces :**

Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matières en suspension et organiques, ainsi qu'en plancton. Elles sont très sensibles à la pollution minérale et organique du type nitrate et pesticide d'origine agricole (Cardot C., 2010).

## **II.La détérioration de la qualité de l'eau :**

### **II 1-Aspects de la pollution des eaux :**

La pollution des eaux naturelles est la plus sérieuse surtout lorsqu' il s'agies de polluants qui ne sont pas dégradables

La pollution résulte de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à son altération.

En ce qui concerne, les milieux considérés seront les milieux aquatiques : nappes souterraines, cours d'eau, lacs, mers.

Le problème se posera dès qu'un rejet aura un effet sur la qualité de l'eau et le milieu récepteur ; si cet effet a des conséquences jugées négatives, il s'agira d'une pollution. (Lefèvre R., 1977 ; Gaujous D., 1993).

### **II 2 : Les principaux polluants des eaux :**

#### **II.2.1 -Les pesticides :**

Les pesticides ce sont les produits de lutte contre les parasites des cultures et des animaux, leur accumulation dans le sol peut être entraînée dans les eaux par les précipitations.

La présence des pesticides en quantité importante dans l'eau provoque chez les animaux des anomalies histologiques au niveau de la l'oie, s'accumulent dans les organes nobles. (Guillemin et Roux ., 1992).

#### **II.2.2- Les matières organiques :**

Constituent de loin, la première cause de la pollution des ressources en eaux. Ces matière organiques (déjection animales et humaines, graisses...) sont notamment issues des effluents domestiques, mais également des rejets industriel (industries agro-alimentaire, en particulier).La pollution organique peut être absorbée par le milieu récepteur tant que la limite d'auto-épuration n'est pas atteinte (Hugo V., 2007).

#### **II.2.3- Les métaux lourds :**

Selon RAMADE en 2000 les métaux lourds est un terme désignant l'ensemble des métaux toxiques de forte masse atomique. Connus pour leur toxicité , certains éléments métalliques , comme Cu ,Zn ,Co ,Ni ,Cr , Sn , présents à l'état de traces ,sont essentiels et indispensables pour les organismes mais en quantités minimales (SIGG *et al.*,2006).

Les métaux lourds présents dans l'eau et dans les sédiments sont absorbés par les plantes et les animaux marins (BELANGER D ., 2009).

#### **II.2.4- Fertilisants :**

Les engrais chimiques sont propagés dans les sols afin de développer les rendements de végétaux cultivés. Parmi les éléments principaux aux développements des plantes, nous avons l'azote, le phosphore, le potassium et dans une moindre mesure le soufre, le calcium, le magnésium et d'autres oligoéléments. L'usage continu de ces produits contamine donc les eaux superficielles et même les nappes phréatiques (Conrad *et al.*, 1999).

### **II. 3-Origine de la pollution :**

Suivant l'origine des substances polluantes, on distinguera :

#### **II.3.1-La pollution domestique :**

Provenant des habitations, elle est en général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration (Gaujous D., 1993).

#### **II.3.2- La pollution industrielle :**

Provenant des usines, elle est caractérisée par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau : tous les produits ou sous produits de l'activité humaine se retrouvent ainsi dans l'eau, qui est un bon solvant(Gaujous D., 1993) :

-Matières organiques et graisses.

-Hydrocarbures.

-Métaux

#### **II.3.3-La pollution agricole :**

Provenant des fermes ou des cultures, elle se caractérise par (Gaujous D., 1993):

- De fortes teneurs en sels minéraux (N, P, K) provenant:
  - des engrais
  - des purins et lisiers (élevage) ;

La présence de produits chimiques de traitement (pesticides, herbicides...).

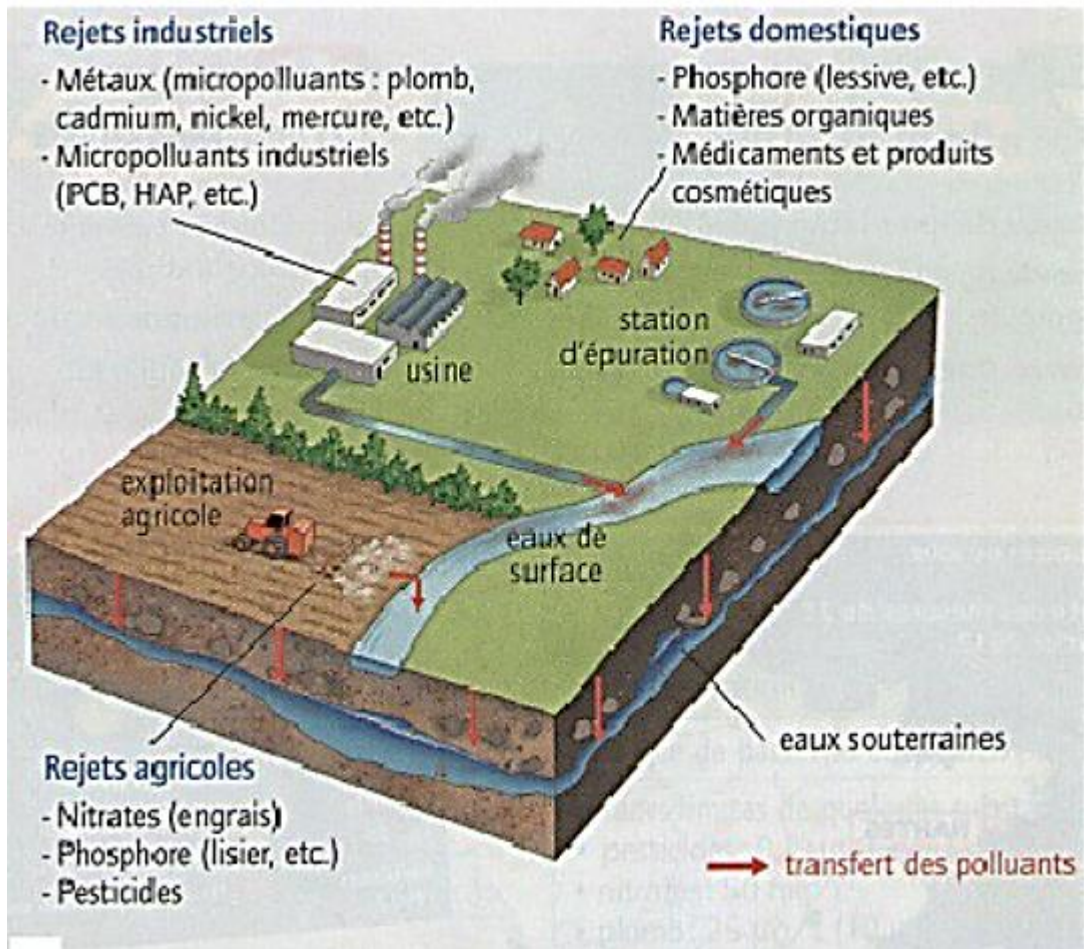


Figure n° 2 : Schéma des principales sources de pollution des eaux de surface.

## **IV-Les paramètres physico-chimiques :**

### **IV.1-Les paramètres physiques :**

La mise en œuvre de l'approche physico-chimique constitue la démarche la plus ancienne et la plus utilisée pour apprécier la qualité des eaux ((Merot P., 2005)

#### **IV.1.1- La température :**

Elle est mesurée par thermomètre.

La température est un facteur écologique important du milieu (Gaujous D.,1993).

Les eaux souterraines sont à température relativement constante toute l'année, 12°C à 15°C environ lorsque leur environnement n'est pas modifié (mise à nu de la nappe, ect.)

La température des eaux superficielles (rivières, lacs et retenues) est très variable selon les saisons et peut passer de 2°C en hiver à 30°C en été (Graindorge J., 2015).

#### **IV.1.2-Le Potentiel d'Hydrogène :**

Le PH correspond, pour une solution diluée, à la concentration d'ions hydrogène. Il mesure l'acidité ou basicité (l'alcalinité) d'une eau.

Le PH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés.

Des eaux issues de massifs cristallins auront un PH plutôt acide. A l'inverse, des eaux provenant de régions calcaires auront un PH plutôt basique. Certaines eaux superficielles (lacs, rivières, plans d'eau) ont parfois un PH s'élevant brutalement en été résultant d'une forte production végétale. Généralement, il se situe dans la plupart des eaux brutes entre 6.5 et 8.5.

Le PH interfère avec d'autres paramètres de qualité dans de complexes réactions chimiques : dureté, alcalinité (Graindorge J ., 2015).

#### **IV.1.3-La conductivité électrique :**

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique : elle détermine la teneur globale des minéraux présent dans une solution : une eau douce accusera généralement une conductivité basse et bien au contraire une eau dite dure affichera une conductivité élevée. Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation (Bremaude et al. 2006).

### **IV.1.4- La turbidité :**

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (Rodier *et al.*, 2009).

### **IV.1.5- La matière en suspension :**

Selon Desjardins (1997), Les particules en suspension dans une eau de surface proviennent de l'érosion des terres, de la dissolution de substances minérales et de la décomposition de substances organiques.

## **IV.2- Les paramètres chimiques :**

### **IV.2.1- La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) :**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelque fois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium (Rodier *et al.*, 2009).

### **IV.2.2- Alcalinité (TA-TAC) :**

A l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et des sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes (Rodier *et al.*, 2009).

### **IV.2.3- Les chlorures (Cl<sup>-</sup>) :**

L'ion chlorure possède des caractéristiques différentes de celles des autres éléments, il n'est pas absorbé par des formations géologiques, ne se combine pas facilement avec les éléments chimiques et reste très mobile. Il constitue un bon indicateur de la pollution (Gouaidia, 2008).

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés (Gaujous., 1995).

### **IV.2.4- Le calcium :**

C'est un métal alcalin terreux ; composant majeur de la dureté de l'eau (TH). Sa teneur varie essentiellement selon la nature des terrains traversés (Rodier *et al.*, 2005).

### **IV 2.5- Le magnésium :**

C'est un des éléments les plus répandus dans la nature, il constitue un élément significatif de la dureté de l'eau et donne un goût désagréable (Rodier *et al.*, 2005).



### IV.2.6- Les phosphates :

Les phosphates peuvent être d'origine naturelle (produit de décomposition de la matière vivante, lessivage de minéraux) mais, à l'heure actuelle, leurs présences dans les eaux sont plutôt d'origine artificielle (engrais, poly phosphates des formulations détergentes, eaux traités aux phosphates, industrie chimique...) (Bremond et vuichard, 1973).Le contenu en phosphates total comprend non seulement les orthophosphates mais également les polyphosphates et les phosphates organiques (Villers *et al.*,2005).

### IV.3-Les paramètres de pollution :

#### IV.3.1- Les Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) :

Les nitrates  $\text{NO}_3^-$  sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau (Bliefert, Perraud,2008)

L'azote est présent en abondance dans la nature sous forme gazeuse, organique ou minérale.

Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) constituent le stade final d'oxydation de l'Azote organique.

Les nitrates sont abondamment répandus dans le sol, dans la plupart des eaux et dans la plantes ou ils sont nécessaires à la synthèse des végétaux. Ils se retrouvent naturellement en faible concentration dans les eaux souterraines et superficielles. Sans apport artificiel, les eaux de surface ne contiennent pas plus de 10 mg/l de nitrates (Graindorage J .,2015)

#### IV.3.2- Les Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) :

Les nitrites sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), présent dans l'eau et le sol, qui est oxydé en nitrite par les bactéries du genre Nitrosomonas (Santé canada ,1992)

#### IV.3.3- L'Azote ammoniacal :

Il est présent sous deux formes en solution, l'ammoniaque ( $\text{NH}_3^+$ ) et l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dont les proportions dépendent du PH et la température. L'Azote ammoniacal provient des excréments animales et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés (Aminot A et chaussepied M ., 1983)

### IV.4-Les paramètres biologiques :

#### IV.4.1. Oxygène dissout :

Les concentrations en oxygène dissout, constituent avec les valeurs de PH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique.



L'oxygène dissout est un paramètre utilisé essentiellement pour les eaux de surface, provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissout varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs : tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. Cette concentration dépend également de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de la décomposition de la matière organique présent dans l'eau (Villers *et al.*, 2005).

#### **IV.4.2- Demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :**

Elle est mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C, à l'obscurité et pendant cinq jours d'incubation, d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction des MO carbonées (BernéF., CordonnierJ., 1996).

#### **IV.4.3-Demande Chimique en oxygène (DCO) :**

Il s'agit de la de la quantité d'oxygène (en mg/l, g/l ou autres) qui est nécessaire pour oxyder principalement les composés organiques présent dans l'eau.

La valeur de la DCO est une indication importante, avec laquelle on peut caractériser la pollution globale d'une eau ou d'eaux usées par des composés organiques (Bliefert C et Perraud R ., 2008).

### **V. Les paramètres bactériologiques de l'eau :**

#### **V.1-Bactéries indicatrices de contamination :**

Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et coliformes fécaux.

##### **V.1.a- Les coliformes totaux :**

Le groupe des coliformes comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives, gram négatives, non sporulées, cytochrome oxydase négative en forme de bâtonnets, qui font fermenter le lactose avec dégagement de gaz en moins de 48 h à 35°C (Desjardins R., 2010).

##### **V.1.b- Les coliformes fécaux :**

Il s'agit des coliformes possédant les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux mais à 44°C. Ils remplacent dans la majorité des cas l'appellation coliformes thermo-tolérants. (Leyrel *et al.*, 2002).

#### **V.2-Les bactéries sulfito-réducteurs :**

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont des bactéries anaérobies strictes formant des spores de grande résistance (Marjaries., 1989). Ces bactéries considérées comme des témoins de la pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permettrait ainsi de détecter une pollution fécale ancienne ou intermittente. Sans débattre de l'intérêt réel d'une telle indication concernant la date de la pollution, il faut cependant considérer que si les clostridium sulfito-réducteurs peuvent certes être des germes fécaux, ce sont également des germes telluriques et que, de ce fait, aucune spécificité d'origine fécale ne peut être attribuée à leur mise en évidence (Rodier *et al.*, 1996).

#### **V.3-Les streptocoques fécaux :**

Ces bactéries appartiennent à la famille des Streptococcaceae.

Ce sont des cocci généralement disposés en diplocoques ou en courtes chaînes, à Gram positif, asporulantes, immobiles, aérobies facultatifs et possédant un métabolisme fermentatif. Ces germes colonisent l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Leur présence dans le milieu hydrique indiquent une pollution d'origine fécale de l'eau (Papadakis E P., 1982).

#### **V.4-Les salmonelles :**

Elles appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae, sont des bacilles à Gram négatif, anaérobies facultatifs, oxydase négative, catalase positive. Les colonies apparaissent sur le milieu HEKTOEN gris bleu à centre noir (Rodier *et al.*, 1984).

Elles fermentent le glucose avec production d'un gaz et d'H<sub>2</sub>S, et ne fermentent pas le lactose.

Les salmonelles peuvent être présentes dans les eaux destinées à la consommation humaine : dans les eaux douces (y compris les eaux potables et les nappes phréatiques) ainsi que l'eau de mer (Rodier *et al.*, 2005).

### **V.5-Les vibrions cholériques :**

Les vibrions font partie de la famille des Vibrionaceae, ils sont très largement répandus dans les eaux d'égout et les eaux de surface polluées (Leclerc et Haslay, 1993).

**la partie expérimentale**

## I. Présentation de la zone d'étude :

### I.1. Objectif du travail :

La période d'échantillonnage s'est étalée sur 4 mois (du mois de Février jusqu'au moi de Mai de l'année 2019) dans le but de contrôler la qualité de l'eau de l'Oued chiffa et de comparer entre l'eau de trois stations de prélèvement, (S1Hamdania, S2 chiffa, et S3 Douaouda).

Nous avons réalisé six prélèvements durant la période de ce travail (un prélèvement par quinze jours) ce qui signifie 18 prélèvements étudiés au total.

Notre étude est basée sur l'analyse de la qualité physico-chimique des eaux superficielles de l'oued chiffa et la détermination de la qualité bactériologique.

Notre expérimentation a été réalisée au niveau du laboratoire des eaux(ADE) de Blida pour les analyses physico-chimiques, et dans le laboratoire d'Hygiène de la wilaya de Tipaza pour les analyses bactériologiques.

### 1.2 Description de la zone d'étude :

#### I.2.1 Situation géographique et climatologie :

L'oued Chiffa prend sa source dans les monts de Médéa et coule au fond des gorges de la Chiffa. Il prend naissance de la confluence de l'oued Mouzaïa et de l'oued Sidi- Bahloul important par sa largeur et son débit. Il longe la plaine de la Mitidja jusqu'à l'oued Mazafran pour se déverser dans la mer (Fig. 3). Les premières pluies apparaissent généralement au mois de Septembre, les plus abondantes s'étalant essentiellement d'octobre à Avril (Hamaidi *al.*,2008)

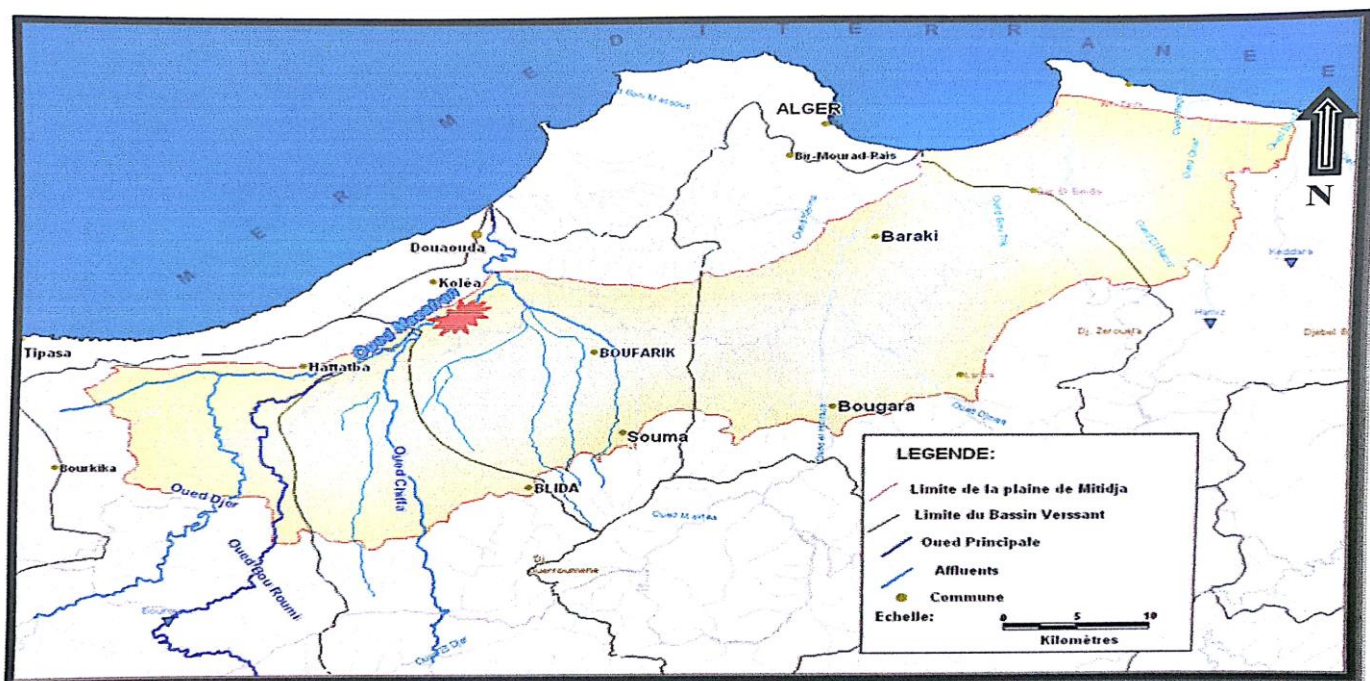


Figure n°2 : Localisation du site d'étude.

**I.3 Matériel et Méthodes :****I.3.1 Matériel non biologique :**

Le matériel pour l'analyse physico-chimique et bactériologique est présenté en annexe 1 et 2.

**Tableau N°1: Paramètres mesurés et méthode analytique utilisés :**

| Paramètres                       | Abréviation                   | Unités | Matériels et mode analytique  |
|----------------------------------|-------------------------------|--------|---|
| La température                   | T                             | °C     | Thermomètre numérique   |
| Le potentiel d'hydrogène         | pH                            |        | Potentiométrie  |
| La conductivité                  | CE                            | µs /cm | Conductivimètre : une méthode électrique pour la détermination de la conductivité |
| La turbidité                     | Turb                          | NTU    | Turbidimètre optique et électronique HACH.  |
| Matière en suspension            | MES                           | mg/l   | Etuve. Fioles, capsules, filtres, rampe de filtration, balance, dessiccateur      |
| La dureté                        | TH                            | mg/l   | Volumétrique  |
| Le titre alcalimétrique Complet  | TAC                           | mg/l   | Volumétrique  |
| Chlorures                        | Cl <sup>-</sup>               | mg/l   | Volumétrique  |
| Phosphates                       | PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> | mg/l   | Spectrophotomètre UV Visible  |
| Nitrates                         | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | mg/l   | Spectrophotomètre UV Visible  |
| Nitrites                         | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>  | mg/l   | Spectrophotomètre UV Visible  |
| Ammonium                         | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | mg/l   | Spectrophotomètre UV Visible  |
| Sulfates                         | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> | mg/l   | Spectrophotomètre UV Visible  |
| La demande biologique en Oxygène | DBO <sub>5</sub>              | mg/l   | Méthode sans dilution   |
| Matière organique                | MO                            | mg/l   | Volumétrique  |

**I.3.2 Matériel biologique :**

Le matériel biologique étant l'eau superficielle de l'oued Chiffa.



### Description des trois stations :

#### Station 1 : ELHamdania

- Localisation : Aval d'ELHamdania
- Profondeur : 25cm
- Vitesse du courant : moyenne
- Substrat : Gravier et roches.
- Végétation : Arbustes
- Végétation aquatique : Algues vertes.



Station de prélèvement n°01 : El Hamdania.

#### Station 2 : Chiffa

- Localisation : Aval
- Profondeur : 35cm
- Vitesse du courant : Rapide
- Substrat : Gravier et roches.
- Végétation : Arbustes
- Végétation aquatique : Algues vertes.



Station de prélèvement n°02 : Chiffa.





### Station 3 : Mazafran

- Localisation : Douaouda
- Profondeur : 50cm
- Vitesse du courant : Faible
- Substrat : Sables.
- Végétation : Arbustes
- Végétation aquatique : Algues vertes.



Station de prélèvement n°03 Mazafran.

**Figure n°3:** principales stations d'échantillonnage

### **Prélèvement :**

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

Pour les prélèvements destinés aux analyses physico-chimiques on utilise des flacons en plastique, d'un volume de 1.5 L, et des flacons en verre stérilisés à l'autoclave, d'un volume de 500 ml pour les analyses bactériologiques.

Au moment du prélèvement, pour l'analyse chimique les flacons seront de nouveau rincés 3 fois avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord. Le bouchon sera placé de telle façon qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport (Rodier *et al.*, 2005).

Les échantillons sont transportés dans une glacière car il est conseillé de garder les échantillons à une température de 4°C et cela pour ralentir l'activité bactérienne (Aminot et Chaussepied, 1983).

### **I.4 Méthode d'analyse :**

#### **I.4.1 Analyse physico-chimique :**

##### **-Mesure de la température :**

La température de l'eau est mesurée au niveau de laboratoire à l'aide d'un thermomètre numérique.

##### **-Mesure de PH :**

##### **Mode opératoire :**

-Introduire l'électrode dans un bécher contenant l'échantillon à analyser, préalablement rincée avec de l'eau distillée.

Appuyer sur la touche (Read/ Enter), la valeur du pH évolue jusqu'à se stabiliser.

-La valeur du pH est donnée directement par l'appareil.

### **-La conductivité :**

#### **-PRINCIPE :**

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 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

#### **-Mode opératoire :**

-Un bécher est rempli avec une quantité d'eau suffisante pour l'immersion de l'électrode du conductimètre puis ce dernier est plongé dans la bécher.

-La valeur de la conductivité est notée avec une unité de micro siemens / centimètre ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

### **-La turbidité :**

#### **-PRINCIPE :**

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice, micro-flocs ...).

#### **-Mode opératoire :**

Remplir une cuvette de mesure propre avec de l'échantillon à analyser, bien homogénéiser et effectuer rapidement la mesure .Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulles d'air avant la mesure.

La lecture s'effectue directement dans un turbidimètre.

#### **-Expression des résultats :**

Les résultats soient exprimés en Nephelometric Turbidity Unit (NTU).

### **-Détermination de la Matière en suspension (MES) :**

Vaporisation de l'échantillon à une température de 150° pendant 2 heures, détermination des matières en suspension par pesée différentielle.

\* Des eaux non chargées en MES : on utilise des filtres pour la filtration.

\* Les eaux chargées en matière en suspension, on utilise directement les échantillons dans des capsules.

### **-Mode opératoire :**

-Dans des eaux d'une faible concentration en MES, on utilise des filtres.

-Mouiller le filtre avec de l'eau distillée.

-Mettre dans l'étuve pendant quelques minutes.

-Sortir le filtre, puis le mettre dans le dessiccateur pour le refroidissement.

-Puis peser le filtre sur la balance jusqu'à obtention d'un poids stable.

-Prendre une fiole de 100 ml, laver abondamment avec de l'eau du robinet, puis avec de l'eau distillée.

- Prendre une prise d'essai de 100 ml, placer le filtre dans la rampe de filtration.

-Verser le volume d'eau (100 ml) jusqu'à filtration complète.

-Récupérer le filtre et le mettre à l'étuve à 150°C pendant 2 heures.

-Mettre le filtre dans le dessiccateur pendant 15 minutes jusqu'à refroidissement total.

-Peser le filtre.

### **-La dureté (TH) :**

#### **-Le principe :**

Titration par complexométrie des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène-diamine tétraactique (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 de titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu.

### **-Dosage :**

-Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon

-Ajouter 4ml de la solution tampon et une pincée d'indicateur net (le noir ériochrome)

-Bien mélanger, la solution doit se colorer en rose.

-Titre immédiatement avec la solution d'EDTA, en versant lentement jusqu'au virage au bleu.

-La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

### **-Expression des résultats :**

La concentration totale en ions calcium et magnésium ( $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ ), exprimé en °F.

### **-Titre alcalimétrique simple et le Titre alcalimétrique complet (TA-TAC) :**

#### **-PRINCIPE :**

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).

#### **Abréviation :**

TA : titre alcalimétrique.

TAC : titre alcalimétrique complet

### **-Dosage :**

Comme pour toute méthode instrumentale, la méthode d'essai est très étroitement liée aux matériels dont on dispose ; se reporter à la notice de l'appareil.

Amener 100 ml d'eau à analyser au pH 4.3 ; Soit V2 le volume total d'acide employé.

Si le pH est supérieur à 8.3 verser lentement l'acide chlorhydrique pour obtenir cette valeur  
Noter le volume V1 lu au dosimat.

Suivre les instructions de l'utilisation du PH mètre.

### **-Expression des résultats :**

Le titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC), exprimés en mg/l

### **-Dosage des chlorures :**

#### **-PRINCIPE :**

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.

#### **-Dosage :**

Introduire 100 ml de l'échantillon dans une capsule en porcelaine blanche ou dans une fiole ou dans un bêcher conique, placé sur un fond blanc. Ajouter 1 ml d'indicateur de chromate de potassium (b) et titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'Argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur rougeâtre. Après addition d'une goutte de solution de Chlorure de Sodium cette coloration doit disparaître.

#### **-Expression des résultats :**

La concentration en chlorure est exprimée en milligrammes par litre.

### **-Dosage de calcium :**

#### **-PRINCIPE :**

Titration des ions calcium avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH compris entre 12 et 13.

L'indicateur utilisé est le murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium. Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet.

#### **-Dosage :**

Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon, ajouter 2 ml de la solution d'hydroxyde 2 N et une pincée d'indicateur (Murexide).

-Bien mélanger le tout.

-Titrer avec la solution d'EDTA, en versant lentement.

-Le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement violette.

-La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

### **-Expression des résultats :**

La teneur en calcium, exprimée en mg/l.

### **-Dosage de PHOSPHORE :**

#### **-PRINCIPE**

C'est une réaction des ions orthophosphates avec une solution acide contenant des ions molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl-phosphomolybdate.

#### **-Dosage :**

-Introduire 40 ml d'échantillon, ajouter 1 ml d'acide ascorbique et 2mL de réactif mélange dans une fiole jaugé de 50 ml.

-Laisser 30 minutes.

-Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

#### **-Expression des résultats :**

Les résultats sont retranscrits sur la feuille des résultats puis dans une trame informatique

### **-Dosage des Nitrates :**

#### **-Principe :**

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

#### **-Dosage :**

-Introduire 10 ml d'eau à analyser

-Ajouter 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de sodium à 30% (b)

-Ajouter 1ml de solution de salicylate de sodium à 0.5% (a)

-Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-88°C ;

-Prendre le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentré (d)

-Laisser reposer 10 minutes

-Ajouter 15 ml d'eau distillée

-Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium (c)

-Faire la lecture au spectromètre UV-visible à la longueur d'onde de 415 nm.

### **-Expression des résultats :**

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre UV- visible en mg/l des nitrates.

### **- Dosage Nitrite :**

#### **-PRINCIPE :**

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui après copulation avec N1 Naphtyléthylénediamine dichloride donne une coloration rose mesurée à une longueur d'onde 540 nm dans un spectrophomètre.

#### **-Dosage :**

-Introduire 50 ml d'échantillon, ajouter 1 ml du réactif mixte (a) et attendre au moins 20 mn. L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO<sub>2</sub>-

-Enfin, mesurer l'absorbance de chaque étalon à la longueur d'onde (environ 540 nm).

-Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités des réactifs mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

### **-Expression des résultats :**

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l des nitrites.

### **-Dosage d'ammonium :**

#### **-PRINCIPE :**

Mesurage spectrométrique 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 dichoroisocyanurate de sodium.

### **-Le mode opératoire :**



- Prélever 40 ml d'échantillon à analyser, ajouter dans l'ordre :

4 ml du réactif coloré homogénéisé .

4 ml du réactif de Dichloroisocyanurate de sodium, et homogénéiser.

- Après au moins 60 mn, attendre le développement de la couleur.

-Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 655nm comme nous avons procédé pour la gamme d'étalonnage.

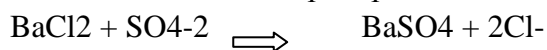
### **-Expression des résultats :**

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l d'ammonium.

### **-Dosage des sulfates :**

#### **-PRINCIPE :**

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



#### **-Mode opératoire :**

-Transférer 100 ml de la prise d'essai dans un bécher de 250.

-Ajouter 5 ml de la solution stabilisante et agiter énergiquement pendant 1 min.

- Ajouter 2 ml de la solution de bichlorure de baryum ( $\text{BaCl}_2$ ) et couvrir le bécher.

-Après agitation pendant 1 minute, on fait la lecture à une longueur d'onde égale à 420 nm.

#### **-Expression des résultats :**

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en  $\text{SO}_4^{2-}$  mg/l.

### **-Dosage du fer :**

#### **-Principe :**

Addition d'une solution de phénantroline -1.10 a 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 coloration est proportionnelle à la quantité du fer.

### **Mode opératoire :**

- Prendre comme prise d'essai, 50 ml.
- Transvaser la solution dans une fiole de 100 ml, ajouter 1 ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine et mélanger soigneusement.
- Ajouter 2.0 ml de tampon acétate pour obtenir un pH entre 3.5 et 5.5 de préférence 4.5.
- Ajouter 2.0 ml de la solution phénantroline et conserver pendant 15 min à l'obscurité.
- Mesurer l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV VIS à 510 nm en utilisant une cuve de 10 mm<sup>2</sup>.

### **-Expression des résultats :**

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l de fer.

### **-Mesure de la DBO<sub>5</sub> :**

Préparation de l'échantillon

Sélection le volume de l'échantillon

### **-Le mode opératoire :**

- Rincer la bouteille ou le flacon avec de l'échantillon
  - Mesurer avec exactitude le volume d'échantillon à analyser à l'aide de fiole jaugée, et le mettre dans le flacon.
  - Mettez l'agitateur magnétique dans le flacon.
  - Insérez le bouchon en caoutchouc dans le goulot de flacon.
  - Mettre 2 pastilles de NAOH dans le bouchon en caoutchouc à l'aide d'une pince en veillant à ne pas mettre en contact direct le NAOH avec l'échantillon.
  - Visser la bouteille et s'assurer qu'elle soit bien fermée et les placer sur la plaque d'agitation
- Afin de commencer la mesure appuyer sur M et S simultanément pendant 2 secondes jusqu'à ce que l'écran affiche 00.
- Garder le flacon à mesurer avec l'oxitope pendant 5 jours à 20°C dans une enceinte thermo statée.

**-Dosage des matières organiques par oxydabilité au permanganate :****-Principe :**

Oxydation par un excès de permanganate de potassium, en milieu acide et à ébullition (10mn), des matières oxydables contenues dans l'échantillon. Réduction de l'excès de permanganate par l'oxalate de sodium en excès et titrage en retour de l'excès d'oxalate par le permanganate de potassium.

**-Mode opératoire**

-Prendre 100 ml d'eau à analyser.

-Ajouter 20 ml d'acide sulfurique dilué à 2.2 Met homogénéiser. Porter à ébullition douce puis ajouter 20ml de la solution de permanganate de potassium à 2mmol/l.

-Après 10min, ajouter 20ml de la solution d'oxalate de sodium à 5mmol/l.

-Titrer après décoloration, alors que la solution est encore chaude, avec la solution de permanganate de potassium à 2mmol/l jusqu'à apparition d'une coloration rose.

**-Détermination des résidus secs :****-Principe :**

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.

**-Mode opératoire:**

Nettoyer la capsule à l'acide chlorhydrique (HCL) ou à l'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) dilués au dixième environ tièdes, puis à l'eau distillée. La sécher par passage à l'étuve, puis la calciner dans le four réglé à 525°C. Laisser refroidir presque jusqu'à la température ambiante puis placer dans un dessiccateur pendant ¼ d'heure environ et peser .soit **M<sub>0</sub>** la masse de la capsule vide.

Faire évaporer progressivement au bain d'eau bouillante la prise d'essai introduite, éventuellement en plusieurs fractions successives, dans la capsule : il est recommandé de ne remplir celle-ci que jusqu'à mi-hauteur, vers la fin l'opération, rincer à l'eau distillée la fiole jaugée qui servi à mesurer la pris d'essai et verser les eaux de lavage dans la capsule. Une fois l'eau évaporée, placer la capsule dans l'étuve, réglée à 100- 105c°et l'y laisser pendant 1 heure.

-Si l'essai a pour objet la détermination du résidu sec à 100-105c° laisser refroidir la capsule et son contenu presque jusqu'à la température ambiante, pour la placer ensuite dessiccateur pendant ¼ heure environ et peser.

-Recommencer le cycle chauffage à 100-105c° -refroidissement – peser jusqu'à ce que deux pesées consécutives ne diffèrent pas de plus de 0.5mg. Soit  $M_1$  la masse trouvée.

**-Mesure et calcul des résultats :**

Soient :

$V$  : volume, en millilitres, de la pris d'essai.

$M_0$  : la masse, en milligramme de la capsule vide.

$M_1$  : la masse, en milligramme de la capsule et son contenu après étuvage à 100-105c°

Le résidu sec à 100-150c°, exprimé en milligramme par litre, est donné par l'expression :

$$(M_1 - M_0) \times 1000/V$$

**I.4.2 Analyse bactériologique :**

**✚ Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermo-tolérants : Méthode par filtration milieu utilisés : milieu TTCTERGITOL**

**-Mode opératoire :**

\_ Filtrer sur deux membranes différentes un volume d'eau approprié au type d'eau examinée :

- $V = 100$  ml pour l'eau potable, eau de puits et de piscine.
- $V = 25$  ml pour les eaux de mer (eau trop chargées).

\_ Pour une description générale de la technique de filtration sur membrane.

-Placer chaque membrane filtrante sur la surface d'une plaque de gélose TTC TERGITOL préalablement préparée.

-Retourner les boites ainsi préparées et incuber dans deux conditions distinctes :

- La première sera incubée à 36 c pendant 24 – 48 h pour la recherches et le dénombrement des coliformes totaux.
- La seconde sera incubée à 44 °c, pendant 24 – 48 h pour la recherche et le dénombrement des coliformes thermo – tolèrent.

-Après incubation, dénombrer les colonies typiques qui se présentent sous forme de petites colonies lisses, légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune (lactose positive).

- Note : on a pris 5 ml d'eau à analysé

### Recherche et dénombrement des entérocoques intestinaux par méthode de filtration sur membrane :

**Milieu utilisés :** milieu Slanetz et Bartley , milieu B E A ( bile esculine azoture )

#### **-Mode opératoire :**

\_ Filtrer un volume d'eau approprié au type d'eau examinée :

- 50 ml pour les eaux de mer
- 100 ml pour tous autres types d'eau

-Placer la membrane filtrante sur le milieu de Slanetz et Bartley

-Faire incuber les boîtes à 37°C pendant 48 h

-Après incubation, considérer comme typique toutes les colonies bombées montrant une couleur rouge, marron ou rose, soit au centre soit sur l'ensemble de la colonie.

-S'il y a des colonies typiques, transférer la membrane et les colonies, au moyen de pinces stériles, sans retournement, sur une boîte de gélose bile esculine azoture qui a été préchauffé à 44°C.

-Faire incuber à 44°C pendant 2 h

-Considérer toutes les colonies typiques montrant une couleur brune à noir dans le milieu environnant comme donnant une réaction positive, et les compter comme entérocoques intestinaux

### La recherche des salmonelles :

#### **Principe :**

Un très grand nombre de méthodes de recherche sur divers types de milieux sont disponibles. La méthode par filtration sur membrane est la plus utilisée (ISO 19250: 2010)

La recherche des *Salmonelles* comporte plusieurs étapes :

- 1- Pré enrichissement
- 2- Isolement
- 3- Identification

#### **Mode opératoire :**

##### **1/ Pré-enrichissement :**

-Flamber la rampe de filtration

- Déposer le filtre de 0,45 µm de diamètre sur la membrane poreuse.
- Filtrer un volume de 100 ml d'eau à analyser.
- Transférer le filtre aseptiquement à l'aide d'une pince stérile et le mettre dans un flacon SFB/DC (bouillon sélénite doublement concentré)
- Ajouter des disques d'additifs SFM
- Incuber les flacons à 37° pendant 24-48h
- Lecture :

Si après 48 h d'incubation il ya virage du flacon SFB D/C du jaune au rouge: il y'a de fortes présomptions de la présence de Salmonelles dans l'échantillon.

### **2/Isolement:**

- Faire un isolement sur un milieu Hektoen (I).
- Incuber les boites à 37° pendant 24h.

### **Lecture :**

Des colonies typiques (contour régulier, avec ou sans centre noir).

### **3/ Identification :**

Faire une identification biochimique.

### **Recherche du Vibrion cholérique :**

### **Principe :**

- Enrichissement par passage en milieu hyper salé puis isolement d'une part sur un milieu non sélectif, d'autre part sur un milieu sélectif.

Identification basée essentiellement sur des épreuves immunologiques.

### **-Mode opératoire :**

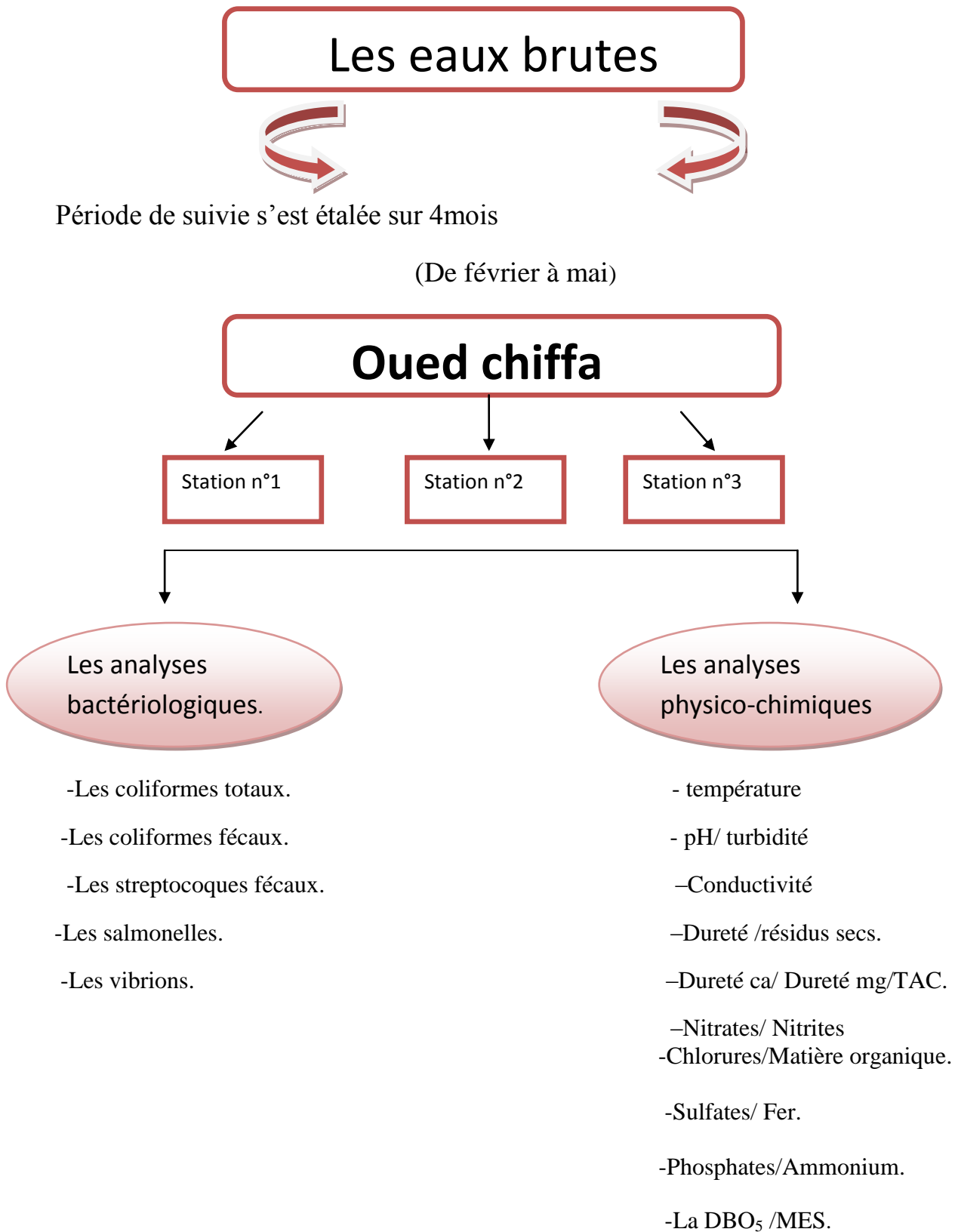
- les flacons de prélèvement (500 ml) contiennent au préalable 50 ml de milieu d'enrichissement (EPA).
- Compléter à 500 ml avec l'eau à analyser (450ml).
- Incuber ces flacons à l'étuve à 37 °C pendant 24h.

### **-Isolement :**

- Prélever à la surface du milieu d'enrichissement à l'aide d'une once bouclée pour ensemercer :
  - une boîte de gélose nutritive à pH 9 (GNAB)
- Incuber ces boîtes à 37 °C jusqu'à apparition de fines colonies (18 à 24 heures).

### **-Identification :**

- **Aspect des colonies :** Les colonies sont fines blanches.



**Figure n°4 : Schéma directeur.**



**I.5 Analyses statistiques :**

Les valeurs moyennes des concentrations des éléments minéraux sont présentées par des graphes pour visualiser la richesse en ces composés minéralogiques. Le plus souvent ce type de graphique est réalisé par Excel.

**I.5.1-Diagramme de ternaire (PAST vers. 1. 37)**

Dans le cas d'une comparaison quantitative entre 3 variables: CT, CF et SF, les points d'intersection sont étudiés à l'aide d'un diagramme ternaire, nous avons effectuée une comparaison concernant la valorisation quantitative entre les 3 variables. Le test est réalisé par le logiciel PAST ver. 1.37 (**Hammer *et al.*, 2001**).

**I.5.2-L'analyse de la variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009)**

Lorsque le problème de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les constituants (les paramètres physico-chimiques), nous avons eu recours à une analyse de la variance (Kruskal-wallis pour *Analysis Of Variance*), dans les conditions paramétriques si la distribution de la variable quantitative est normale.

**I.5.3 Analyse multivariable PAST vers 1,95 (Hammer *et al.*, 2001)**

Dans le cas de variables quantitatives, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse en composantes principales (A.C.P), l'exploitation des résultats a fait appel à une analyse multivariée (A.C.P).

**II.RESULTATS ET DISCUSSION :****II.1.Résultats des analyses physico-chimiques :**

Les paramètres physico-chimiques fournissent des indications sur la qualité de l'eau, mais ils sont assujettis à des variations par les activités anthropiques qui modifient les caractéristiques de l'eau. La comparaison des moyennes au niveau de ces eaux de l'oued de chiffa a permis de déceler l'existence d'un gradient généralement croissant pour les paramètres de la température, conductivité, dureté totale, chlorures, sulfates et matières en suspensions.

Les variations des concentrations en Phosphate, Ammonium, Magnésium, Calcium, Nitrite et la matière organique, dans nos échantillons, d'Oued chiffa montrent que les valeurs sont minimales et conformes aux normes recommandées par **JORA (2011)** pour l'ensemble des prélèvements (figure 5.a). Également pour les paramètres physiques, le potentiel d'hydrogène, température, turbidité.

Nous avons également déterminé les teneurs en concentrations en Nitrates et en Ammonium au niveau de l'eau d'oued chiffa de la région El hamdania(station 1) les premiers enregistrent une valeur maximale est de 11.96mg/l et une valeur minimale est de 0.49 mg/l (Fig.5a). Les résultats des concentrations en ammonium montrent que les valeurs ne dépassent pas le seuil de la norme qui est de 4 mg/l, alors que la valeur trouvée maximale est de 0.96 mg/l et la valeur minimale est de 0.01 mg/l (Fig.5a).

La figure (5b) qui correspond à l'eau d'oued chiffa de la région chiffa (station 2), où on remarque que les valeurs en Nitrates sont comprises entre 0.59mg/l et 1.85mg/l. Les concentrations en ammonium sont de 0.01mg/l à 1.85mg/l, ces dernières conformes aux normes.

La figure (5c) qui correspond à l'eau d'oued Mazafran de la région Douaouda (station 3), nous avons déterminé des teneurs maximales en Nitrates de 2.85mg /l et des concentrations minimales de 1.20mg/l. Les concentrations en ammonium sont de 0.80mg/l à 3.20mg/l, ces dernières conformes aux normes.

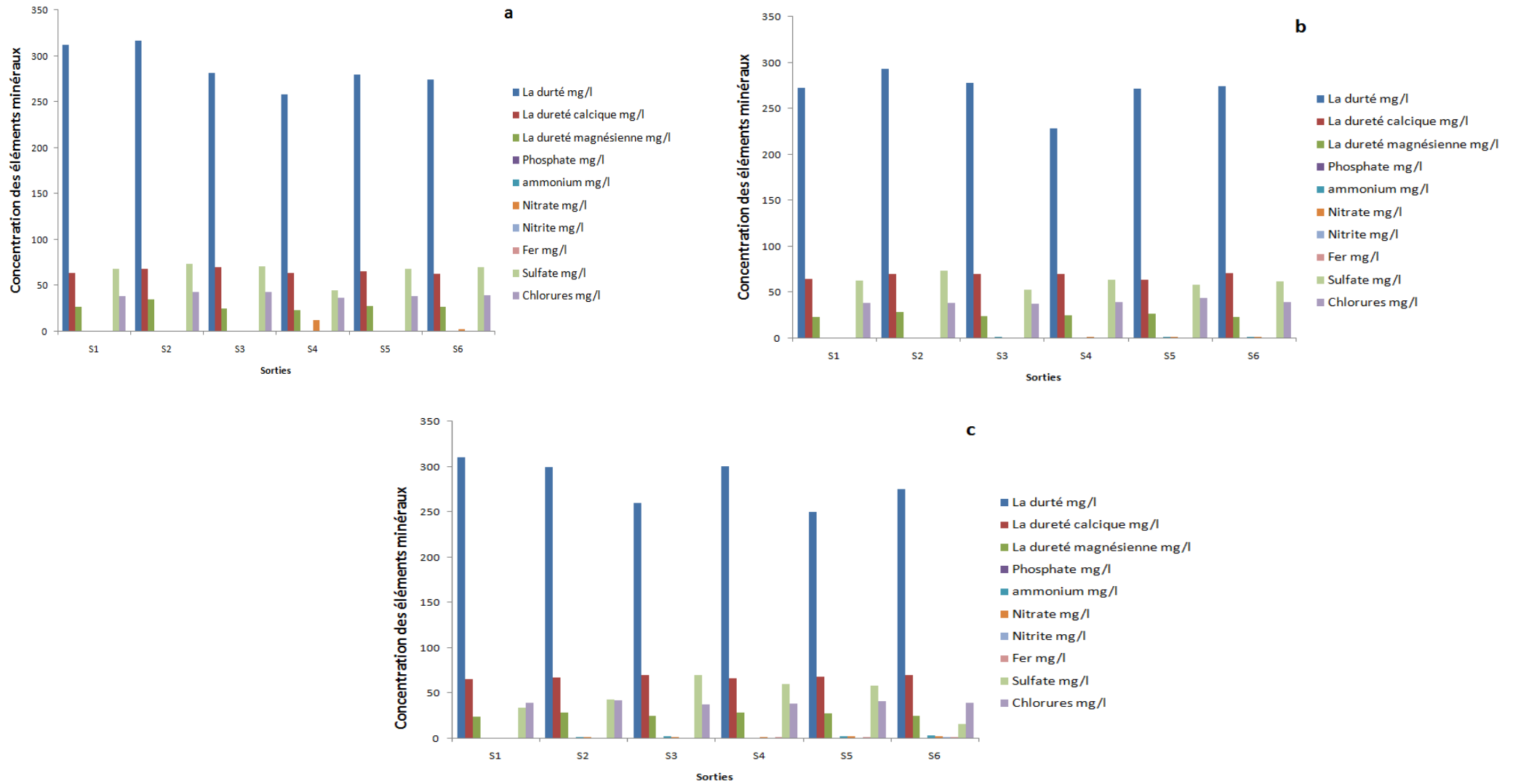


Figure n° 5 (a, b c) : Représentation des variations en concentration des éléments minéraux d'oued chiffa.

a : Station 1 b : Station 2 c : Station 3.

II.1.1-Modulation de la qualité physico-chimique des eaux d’oued chiffa :

L’évaluation de la fluctuation de la qualité physique des eaux d’oued chiffa a été faite dans Trois points de prélèvement (figure 6).

L’analyse en composantes principales (A.C.P) a été adoptée afin de définir les tendances de la qualité physique des eaux d’oued chiffa.

L’analyse multivariée est acceptable de faite que les deux axes présentent un pourcentage de contribution près de 98.86% figure (6). La projection des données relatives sur l’axe 1 est de (88.25%), suivi par la projection sur axe 2 est de (10.61%).

On peut remarquer que durant les premières sorties de nos prélèvement (S1 jusqu’à S4), la richesse des eaux d’oued chiffa est importante par l’ammonium  $NH_4^+$ . Suivra la richesse en élément de nitrate ( $NO_3^-$ ) durant la S5 et la S6.

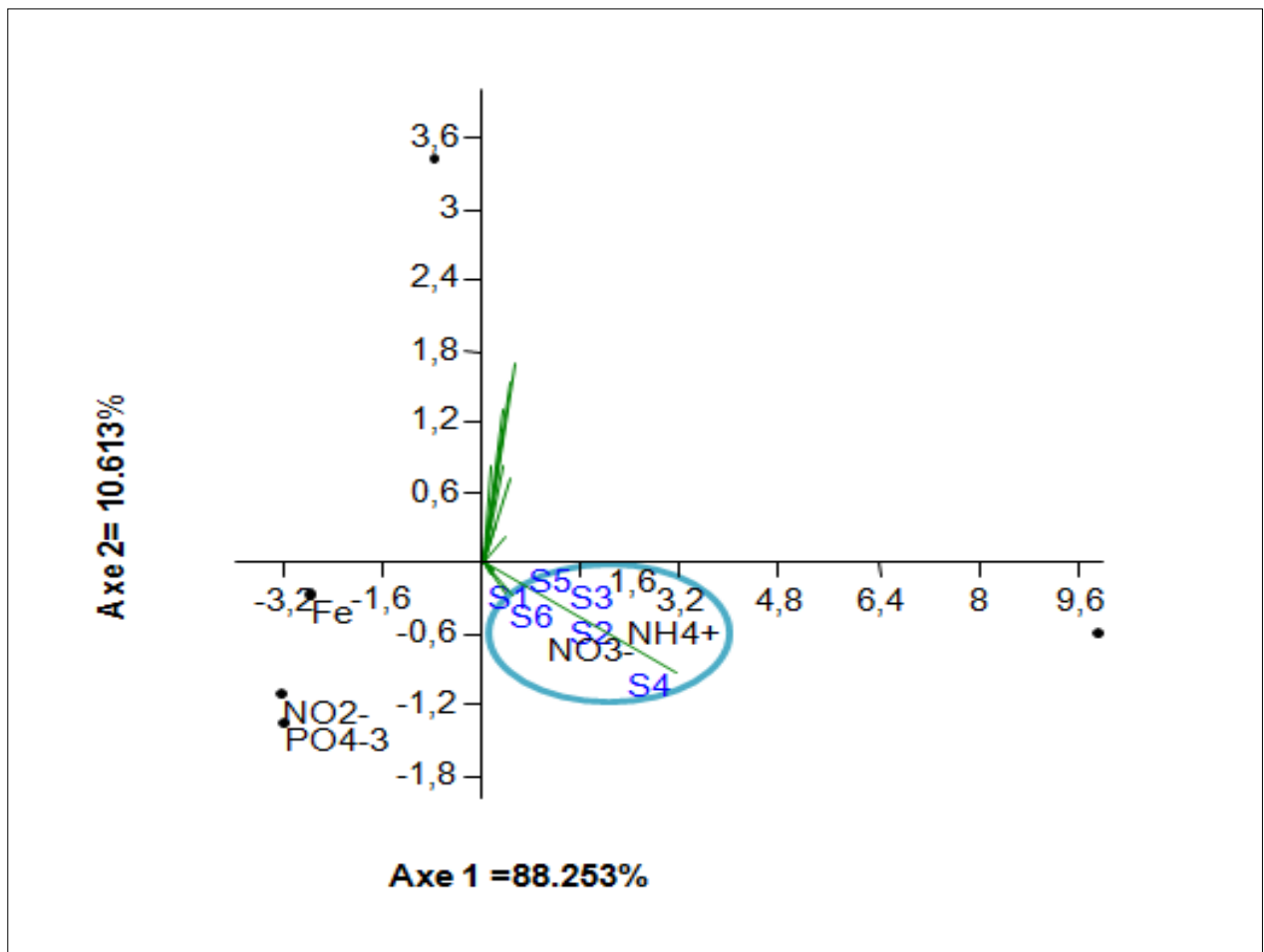


Figure n°6 : Projection des paramètres chimiques des trois (03) stations d’oued chiffa sur lesdeux axes de l’ACP.

NH4+ : Ammonium ; NO3- : Nitrate ; Fe : Fer ; NO2- : Nitrite ; PO4-<sup>3-</sup> : Phosphate.

**II.1.2-Valorisation de l'effet physico-chimique sur la qualité de l'eau des trois sites d'oued chiffa :**

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'accumulation de la qualité physique présente une différence significative sous l'effet des paramètres physiques dans la Figure n° (7.a) sachant qu'au point de prélèvement de l'eau d'oued chiffa (Station 1) on note ( $P=2.323 \times 10^{-6}$ ;  $P \leq 0,01$ ).

La température présente une accumulation importante, suivie de la turbidité. Le Ph a une proportion accumulée minime par comparaison au deux premier (Fig.7.a).

La figure montre la qualité de l'eau présente une accumulation temporelle hautement significative (Test Kruskal-wallis  $P=0.005075$ ;  $P \leq 0,01$ ) entre la Température et la turbidité.

La Température présente une accumulation importante avec des taux allons jusqu'à 18.2°C, suivie de la Turbidité qui la valeur de 6.09 NTU. Le pH leur proportion accumulée est minime.

La qualité de l'eau d'oued chiffa (Station 2) présente une accumulation temporelle hautement significative (Test Kruskal-wallis  $P=4.877 \times 10^{-6}$ ;  $P \leq 0,01$ ) entre turbidité, température et pH. Entre la turbidité et la température y a une accumulation très importante. ( $P=0.06555$ ;  $P \leq 0.01$ ). (Fig.7. b)

La qualité de l'eau d'oued chiffa (Station 3) présente une accumulation temporelle hautement significative (Test Kruskal-wallis  $P=1.616 \times 10^{-5}$ ;  $P \leq 0,01$ ) entre la température, le pH, la conductivité, la turbidité et le titre alcalimétrique complet. Entre la conductivité et le titre alcalimétrique complet y a une accumulation très importante. ( $P=0.005075$ ;  $P \leq 0.01$ ) (Fig.7.c)

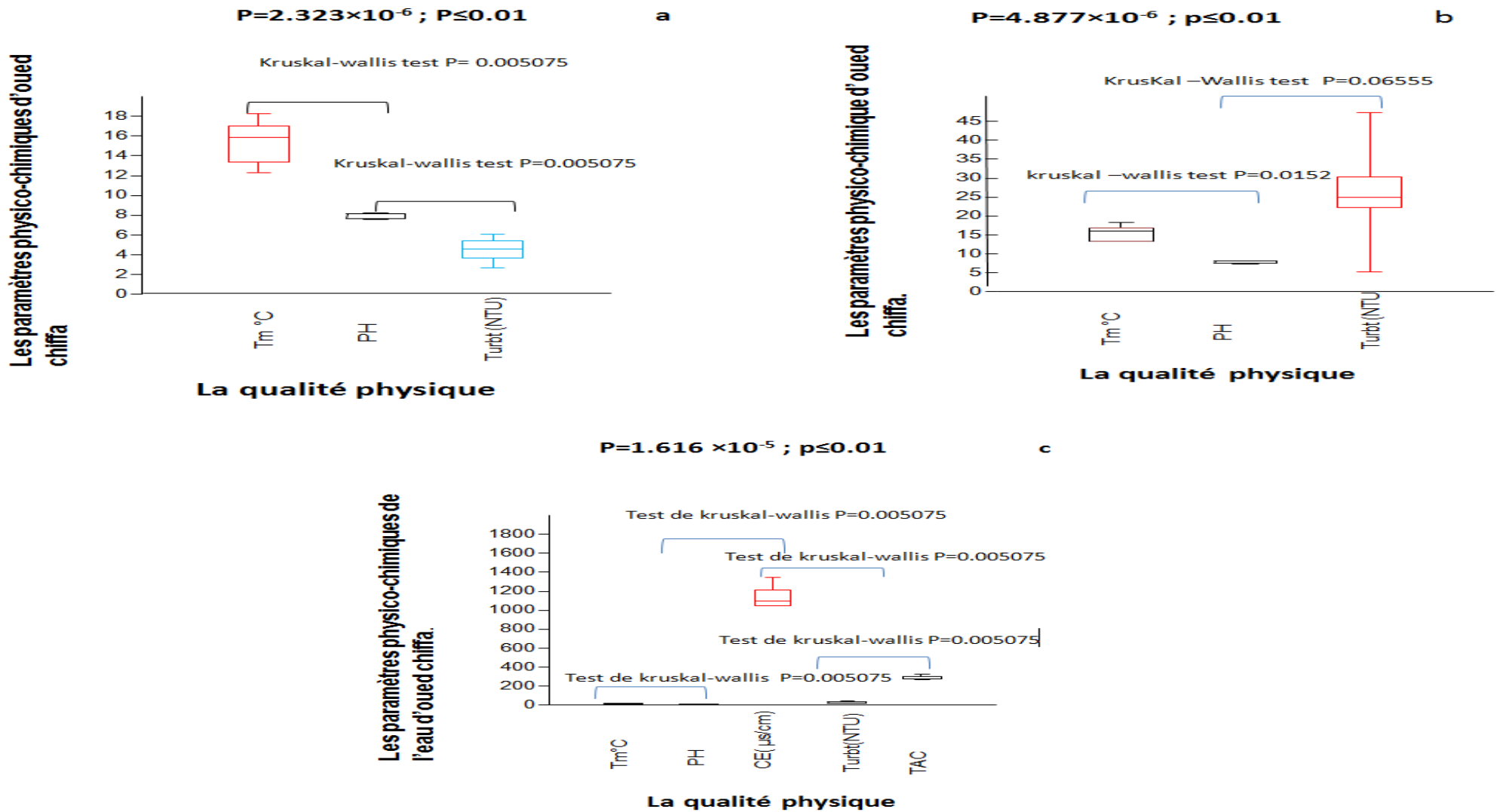


Figure n° 7 ( a,b,c) :Effet des différents paramètres physico-chimiques sur la qualité de l'eau d'oued chiffa .

a : Station 1 b : Station2 c : Station3 Tm : température ; CE : conductivité électrique ; Turbi : la turbidité ; pH : potentiel d'hydrogène TAC : Titre alcalimétrique complet.

Les résultats de cet analyse montrent que l'accumulation de la qualité chimique présente une différence significatif sous l'effet des paramètres physico-chimiques dans la Figure n° 8 (a, b, c) sachant que : au point de prélèvement de l'eau d'oued chiffa (Station 1) on note ( $P= 2.323 \times 10^{-6}$ ;  $P \leq 0,01$ ), pour l'eau d'oued chiffa (Station 2) ( $P= 2.323 \times 10^{-6}$ ;  $P \leq 0,01$ ), et pour l'eau d'oued chiffa (Station3) ( $P=2.975 \times 10^{-6}$ ;  $P \leq 0,01$ )

Les résidus secs présentent une accumulation importante qui a atteint les 540 mg/l, suivie de la dureté (TH) avec des taux moindres ne dépassant pas les 312 mg/l. Les proportions accumulées de la dureté calcique et les chlorures sont minimales en les comparant avec les deux premiers. Les proportions accumulées de la dureté magnésienne et matière organique sont nulles. (Fig.8 a)

Nous avons remarqué à partir de la figure (8 a), la qualité de l'eau présente une accumulation temporelle hautement significative (Kruskal-wallis test  $P= 2.323 \times 10^{-6}$ ;  $P \leq 0,01$ ) entre le résidu sec, la dureté (TH), la dureté calcique, la dureté magnésienne, les chlorures et la matière organique.

La figure (8 b) montre que les résidus secs présentent une accumulation importante qui a atteint les (530mg/l), suivie de la dureté (TH) avec un taux de (293mg/l). La dureté calcique, les chlorures et la matière organique ses proportions accumulées sont minimales par rapport aux deux premières. La proportion de la dureté magnésienne est nulle (Fig.8 b).

La figure (8 b) montre que la qualité de l'eau présente une accumulation temporelle hautement significative (Kruskal-wallis test  $P=2.323 \times 10^{-6}$ ;  $p \leq 0,01$ ) entre les résidus secs, la dureté(TH), la dureté calcique, les chlorures et la matière organique.

La figure (8 c) montre que le résidu sec présente une accumulation très importante qui atteint les (550 mg/l), suivie de la dureté (TH) avec un taux de (310mg/l). La dureté calcique, les chlorures, la matière organique et la dureté magnésienne ses proportions accumulées sont minimales par rapport aux deux premières (Fig.8 c).

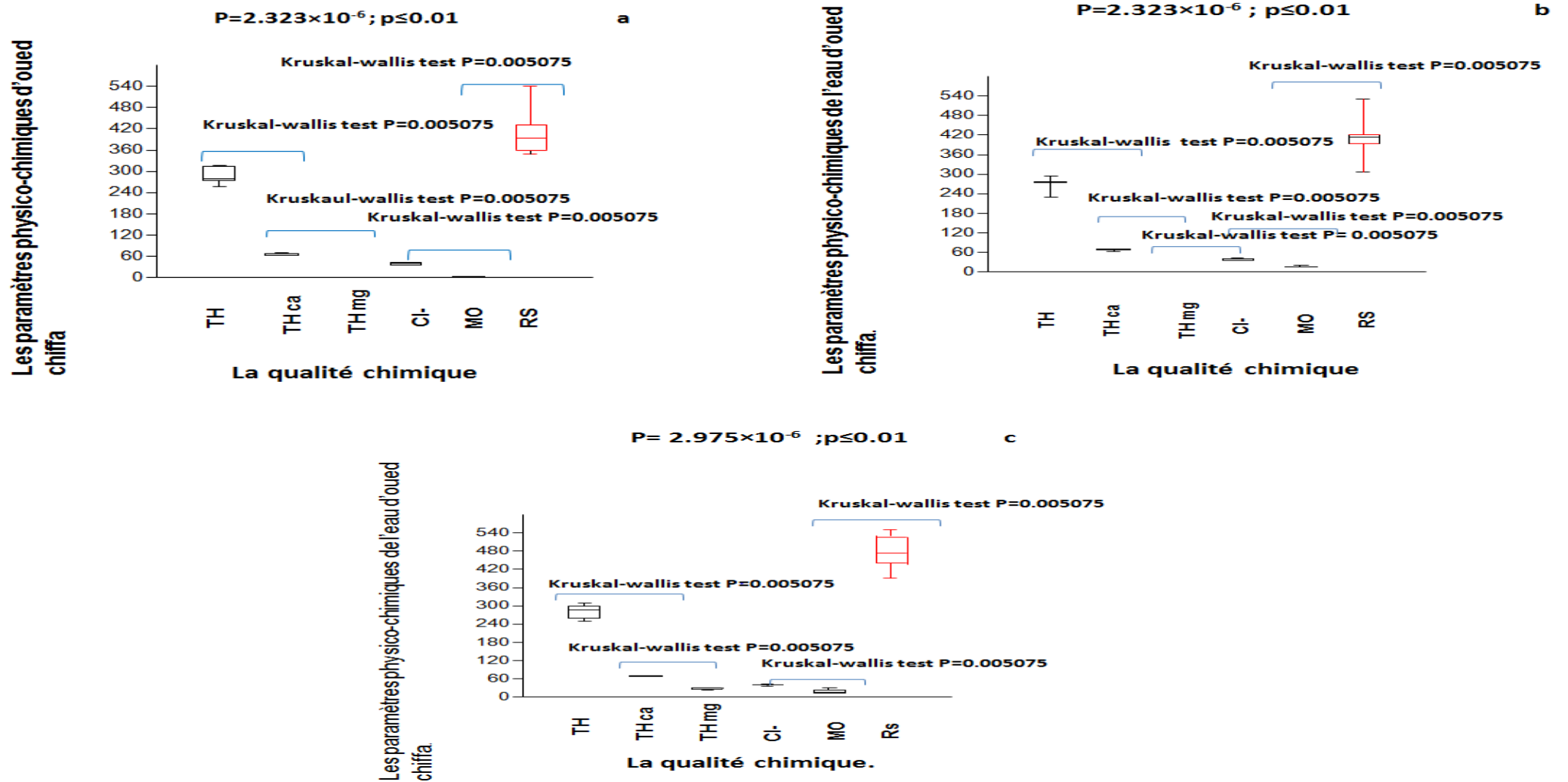


Figure n° 8: ( a,b,c) :Effet des différents paramètres physico-chimiques sur la qualité de l'eau d'oued chiffa .

a : Station 1 b : Station2 c : Station3 TH : La dureté ; TH ca : La dureté calcique ; TH mg : La dureté magnésienne ; Cl- : Chlorures ; MO : Matière organique ; Rs : Résidus secs.



La figure 9 (a, b, c) s'exprime d'une différence hautement significative de l'accumulation de la qualité chimique sous l'effet des paramètres chimiques sachant que : au point de prélèvement de l'eau d'oued chiffa (Station1) on note ( $P= 1.529 \times 10^{-5}$ ;  $P \leq 0,01$ ), l'eau d'oued chiffa (Station2) ( $P= 0.001515$ ;  $P \leq 0,01$ ), et pour l'eau d'oued chiffa (Station3) ( $P=1.572 \times 10^{-5}$ )

L'ammonium présente une accumulation importante qui a atteint (0.96mg/l). Les phosphates ( $PO_4^-$ ), les nitrites ( $NO_2^-$ ) et le fer (Fe), leurs proportions accumulées sont minimales par comparaison à l'ammonium. (Fig.9a).

La figure (9a) montre que la qualité de l'eau présente une accumulation temporelle hautement significative entre les phosphates ( $PO_4^-$ ), les nitrites ( $NO_2^-$ ) et le fer (Fe). La même figure démontre que les phosphates ( $PO_4^-$ ) et l'ammonium ( $NH_4^+$ ) ne s'accumulent pas, leur probabilité est non significative (Kruskal-wallis test  $P=0.298$ ;  $P \geq 0,05$ ).

Les nitrates présentent une accumulation très importante qui atteint les 1.85mg/l. Les phosphates, les nitrites et le fer ses proportions sont minimales par rapport aux nitrates. La proportion d'ammonium ( $NH_4^+$ ) est nulle.

La figure (9b) montre que la qualité de l'eau présente une accumulation temporelle hautement significative entre les nitrates ( $NO_3^-$ ), les nitrites ( $NO_2^-$ ) et le fer (Fe). La même figure démontre que les phosphates ( $PO_4^-$ ) et l'ammonium ( $NH_4^+$ ) ne s'accumulent pas, leur probabilité est non significative (Kruskal-wallis test  $P=0.6481$ ;  $P \geq 0,05$ ).

L'ammonium présente une accumulation importante qui a atteint (3.2mg/l) suivie de nitrates avec un taux de 2.85mg/l. Les proportions accumulées de fer, Nitrite et les phosphates sont minimales en les comparons avec les deux premiers. (Fig9 c)

La figure (9c) montre que la qualité de l'eau présente une accumulation temporelle hautement significative entre les nitrates ( $NO_3^-$ ), les nitrites ( $NO_2^-$ ), le fer (Fe), les phosphates ( $PO_4^-$ ) et l'ammonium ( $NH_4^+$ ) (Kruskal-wallis test  $P= 1.572 \times 10^{-5}$ ;  $p \leq 0.01$ ).

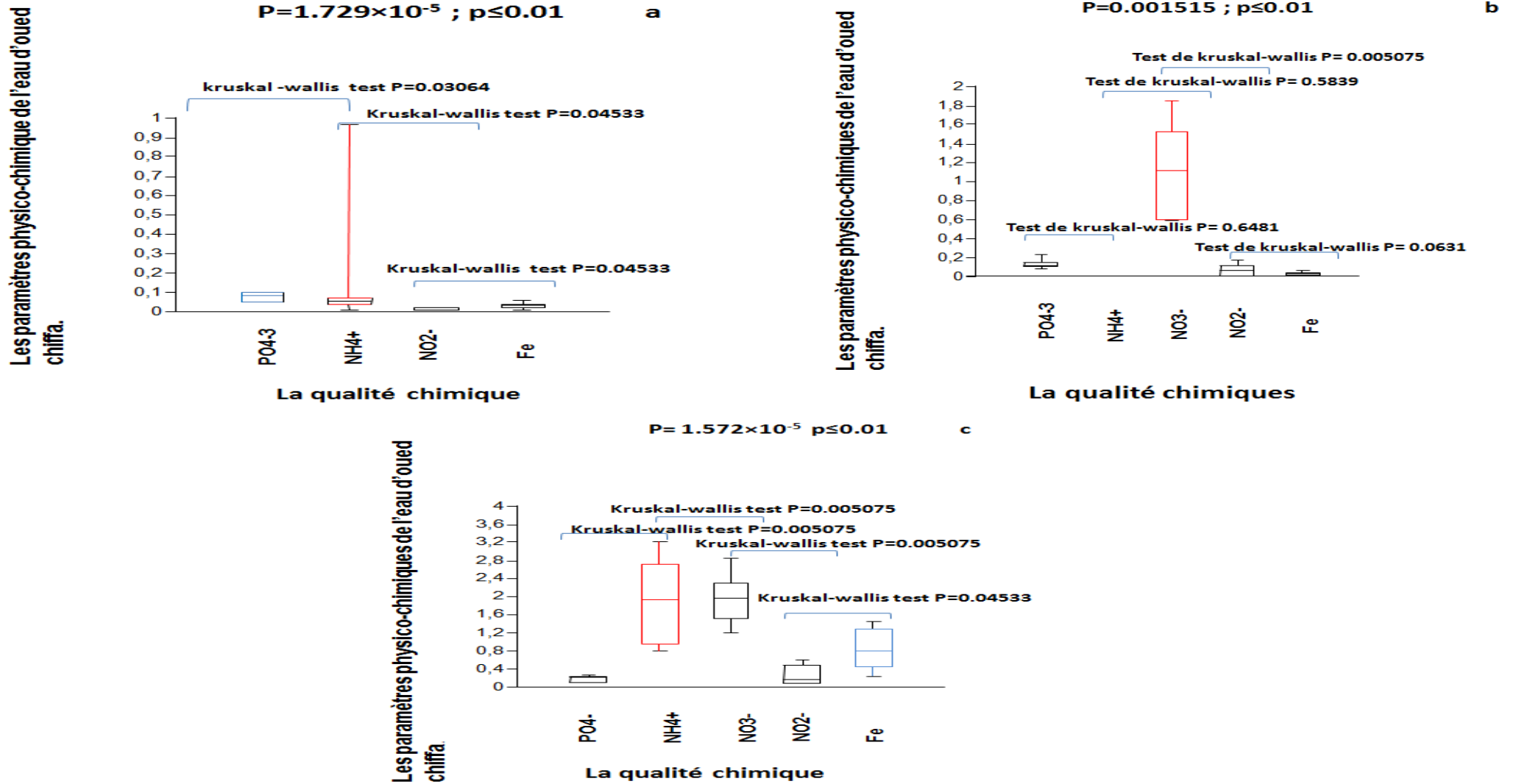


Figure n° 9 : (a, b, c) : Effet des différents paramètres physico-chimiques sur la qualité de l'eau d'oued chiffa.

a : Station 1 b : Station 2 c : Station 3 PO4<sup>3-</sup> : Phosphate ; NH4<sup>+</sup> : Ammonium ; NO3<sup>-</sup> : Nitrate ; NO2<sup>-</sup> : Nitrite ; Fe : Fer.

**II.1.3 Résultats de DBO<sub>5</sub> et la matière en suspension :**

La DBO<sub>5</sub> ou Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours, représente la quantité d’oxygène nécessaire aux micro-organismes pour oxyder (dégrader) l’ensemble de la matière organique présente dans l’eau à 20°C, à l’obscurité, pendant 5 jours. Les variations des mesures de DBO<sub>5</sub> dans la station 1 d’oued chiffa (tableau 3) montrent que les valeurs sont minimales et conformes aux normes **JORA(2011)**, sauf pour la 5<sup>ème</sup> sortie elle dépasse les normes.

D’après les valeurs enregistrées dans le tableau 3, les teneurs en matière en suspension sont minimales et conformes aux normes établies par **JORA (2011)**.

**Tableau n° 03 : Résultats de la DBO<sub>5</sub> et MES de la station 1 :**

| La date    | MES | DBO <sub>5</sub> (mg/l) |
|------------|-----|-------------------------|
| 18/02/2019 | 0,5 | 3                       |
| 03/03/2019 | 0,2 | 4                       |
| 17/03/2019 | 0,7 | 7                       |
| 31/03/2019 | 0,2 | 1                       |
| 14/04/2019 | 0,1 | 39                      |
| 02/05/2019 | 0,4 | 3,96                    |

A partir des données de la DBO<sub>5</sub> représentées dans le tableau 4 concernant la 2<sup>ème</sup> station, on constate des variations entre les sorties. Ces valeurs sortent de l’intervalle des normes pour les eaux superficielles recommandées par **JORA (2011)**.

D’après nos résultats de la matière en suspension récoltée, on n’observe que ces valeurs conformes aux normes recommandées par **JORA (2011)**.

**Tableau n° 04 : Résultats de la DBO<sub>5</sub> et MES de la station 2 :**

| La date    | MES | DBO <sub>5</sub> (mg/l) |
|------------|-----|-------------------------|
| 18/02/2019 | 0,2 | 9                       |
| 03/03/2019 | 0,5 | 7                       |
| 17/03/2019 | 0,3 | 11                      |
| 31/03/2019 | 0,2 | 7                       |
| 14/04/2019 | 0,3 | 46                      |
| 02/05/2019 | 0,4 | 8                       |

Selon les résultats obtenus dans le tableau 5, on constate que les valeurs de la DBO<sub>5</sub> au niveau de la 3<sup>ème</sup> station dépassent le seuil des normes recommandées par **JORA (2011)**.

Les concentrations obtenues de la matière en suspension sont minimales et conformes aux normes établies par **JORA (2011)**.

**Tableau n° 05 : Résultats de la DBO<sub>5</sub> et MESde la station 3 :**

| La date    | MES | DBO <sub>5</sub> (mg/l) |
|------------|-----|-------------------------|
| 18/02/2019 | 0,5 | 27                      |
| 03/03/2019 | 0,4 | 8                       |
| 17/03/2019 | 0,6 | >50                     |
| 31/03/2019 | 0,1 | 27                      |
| 14/04/2019 | 0,5 | 1                       |
| 02/05/2019 | 0,8 | 1,5                     |

### II.2 Résultats d'analyses bactériologiques :

Les analyses bactériologiques traitées dans cette étude concernant les eaux d'oued chiffa prélevées à partir des trois sites: représenter dans la figure 10.

D'après la figure 10a, les eaux d'oued chiffa (Station1) sont caractérisées par une présence importante en coliformes totaux comprise entre 5300 et 25000 UFC/100ml.

Ces valeurs ne dépassent pas le seuil des normes adoptées par **JORA(2011)** qui est 50000 UFC/100ml.

En ce qui concerne les concentrations en coliformes fécaux, on observe que leur présence est moindre par rapport aux totaux, qui comprise entre 500 et 5000 UFC/100 ml, se qui explique que le seuil des normes n'est pas dépassé, **JORA(2011)** qui est de 20000UFC/100 ml. Passant aux streptocoques fécaux, les résultats on démontrés que les prélèvements n'ont pas dépassés le seuil des normes avec des taux qui varie entre 2300 jusqu'a 6300 UFC/ml.

Pour l'eau d'oued chiffa (Station2), d'après la figure 10b nous observons la présence des coliformes totaux avec des valeurs variables. Globalement, ces valeurs sont comprises entre 30000 et 50000 UFC/100ml.

Les coliformes fécaux sont enregistrés avec des fortes charges durant toute la période de prélèvement avec des taux qui varie entre 20000 et 30000 UFC/100ml. Ces valeurs sont nettement supérieures aux normes recommandées par **JORA (2011)**.

Les concentrations des streptocoques fécaux sont importantes que celles notées dans la station 1 et les valeurs varient entre 1000 et 8200 UFC/100ml.

Ces valeurs conforme aux normes recommandées par **JORA (2011)** qui est de 10000 UFC/100ml.

Selon la figure 10c, la densité bactérienne des coliformes totaux énumérée dans les eaux d'oued chiffa station3 sont très élevés et ne respectent pas les normes adoptées par la réglementation algériennes. Les valeurs sont de 30000 à 50000 UFC/100ml.

En passant aux coliformes fécaux, leur concentration est très importantes avec un intervalle de 20000 à 30000 UFC/100ml.

La concentration observée de ces indicateurs fécaux est due d'une part aux déjections d'origine animale ou humaine et la présence des mammifères (mouton, caprins, chiens ect...) et d'autre part aux rejets d'eaux usées domestique non traitées dans l'oued ainsi que les débordements des réseaux d'égouts par temps de pluie.

Les coliformes fécaux sont des indicateurs de contamination fécale des eaux. Ces résultats dépassent les normes adoptés par **JORA(2011)**.

Les concentrations des streptocoques fécaux sont varié de 5000 à 15000 UFC/100ml, donc ces derniers dépassent les normes adoptés par **JORA(2011)**.

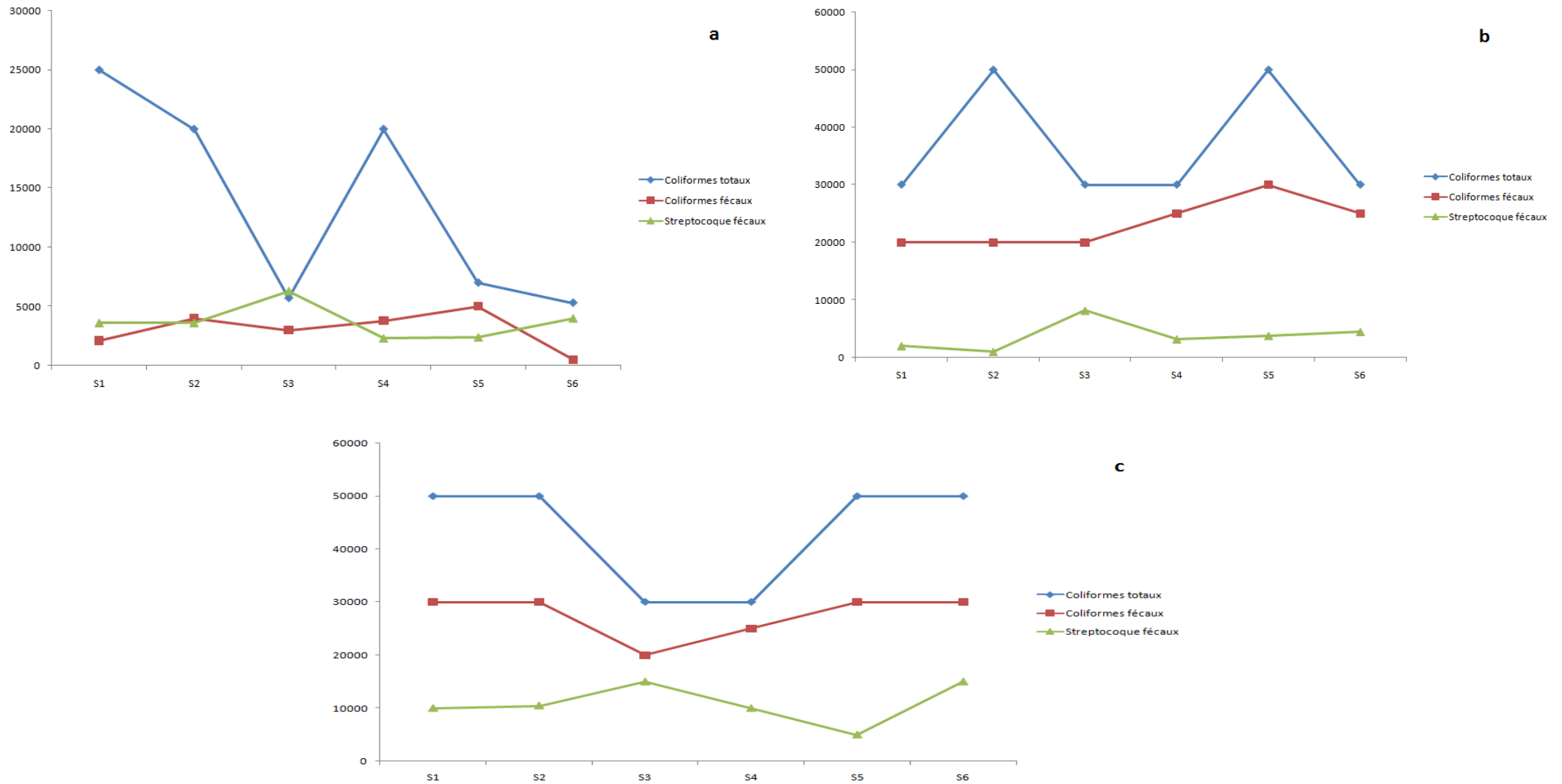


Figure n°10 (a,b,c) : Représentation des variations en concentration des paramètres bactériologiques de l'eau d'oued chiffa.  
 a : Station 1 ; b : Station2 ; c : Station 3.

**II.2.1 Comparaison quantitative des paramètres bactériologiques de la qualité des eaux d'oued chiffa :**

Le ternaire nous a permis de comparer quantitativement les paramètres bactériologiques de l'eau d'oued chiffa des trois stations. Au point de prélèvement de l'eau d'oued chiffa (station1) pour cela, nous pouvons remarquer que les coliformes totaux affichent une richesse importante qui dépasse les 50 UFC/100ml pendant les jours de prélèvement par rapport aux coliformes fécaux et aux streptocoques fécaux, sauf pour la 3<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> sorties en remarque une égalité entre les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux. (Fig. 11 a).

Pour l'eau d'oued chiffa (station2) qui est représenté par la figure 11 b, l'étude comparative entre les paramètres bactériologiques illustre que les coliformes totaux montrent une richesse très importante pendant toute la période de prélèvement.

En passant à la 3<sup>ème</sup> station d'oued chiffa qui est représenté par la figure 11 c, l'étude comparative entre les paramètres bactériologiques indique que les coliformes totaux montrent une richesse importante par rapport aux streptocoques fécaux et coliformes fécaux pendant toute la période de prélèvement.



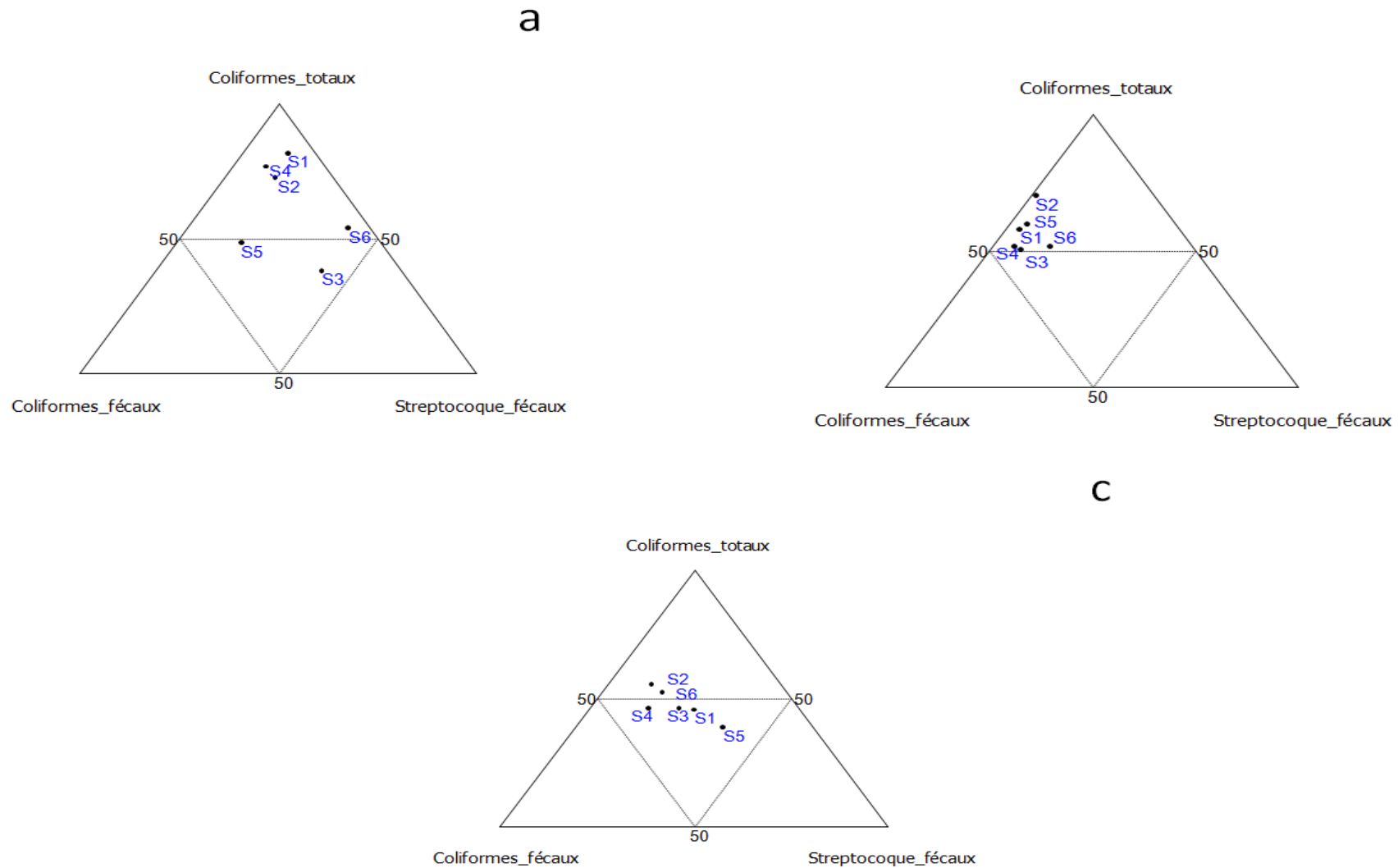


Figure n °11 ( a, b, c ) : Étude comparée des paramètres bactériologiques de la qualité de eau d’oued chiffa  
 a : station 1 ; b : Station 2 ; c : Station 3

### II.3- Discussion générale :

L'analyse statistique fait apparaître que la physico-chimie et la bactériologie discrimine très bien l'eau d'oued chiffa et témoigne de leur qualité.

Selon nos résultats, l'étude des paramètres physiques a été réalisées sur les véritables suivants : la température, pH, la conductivité, la turbidité, la dureté (Mesurées au niveau de trois station d'oued chiffa).

Ces variables physiques ont été d'abord été analysées à l'aide d'une ACP associée à une analyse multivariable et du Test de Kruskal-wallis, effectuées sur l'ensemble des données relevés à partir de d'oued chiffa qui ont présentés des différences hautement significatives.

Ces résultats traduits très probablement que chaque paramètre physique à une corrélation avec l'autre.

Selon LAIDANI et *al.*, (2009), la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde. Sa variation dépend essentiellement des phénomènes climatiques (AMINOT ET CHAUSSEPIED, 1983).

Dans l'eau de l'oued chiffa, la température a présenté une variation de jour à autre avec un minimum de 12.3°C et maximum de 20,5°C.

Le pH de l'eau renseigne sur son alcalinité, les valeurs mesurées à partir de nos échantillons confirment que l'eau d'oued chiffa est faiblement alcalin. un minimum de 7,3 et maximum de 8,23.

Ce paramètres conditionne l'équilibre physico-chimique, et dépend de facteurs

multiples, dont la température et l'origine de l'eau (CHPMAND et KIMSTACH, 1996).

La turbidité de l'eau est due aux particules colloïdales en suspension dans l'eau. Ces particules sont d'origine variées : érosion des sols pour les eaux de surfaces (EMMANUEL, 1996).

Les résultats obtenus révélés que la turbidité est variable pour les échantillons durant la période d'analyse, ces valeurs sont comprises entre 2.70 à 49.1 NTU pour l'eau d'oued chiffa.

La dureté a un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et magnésium (Rodier *et al.*, 2005). Les résultats trouvés à partir notre étude sont de 228.73°F au minimum et de 316.8mg/l au maximum.

Selon Rodier *et al.*, (2005), le résidu sec est la quantité de la matière solide dans l'eau, autrement dit la somme des matières en solution et en suspension. Ces dernières profèrent à l'eau sa couleur brunâtre et parfois sombre, ce qui conditionne la pénétration de la lumière dans le milieu et qui influence ainsi la faune et la flore aquatique. Selon notre étude la valeur la plus élevée est 550 mg/l, la plus faible est 305 mg /l.

Les valeurs enregistrées de la conductivité pour l'eau d'oued chiffa sont de 461  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 1339  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , cela est un indicateur des changements de la composition en matériaux et leur concentration globale. Elle est proportionnelle à la qualité de sels ionisables dissous(Nisbet et Verneaux, 1970).

Les eaux naturelles servent comme solvant d'un nombre considérable de partiellement ionisés. Une conductivité élevée traduit soit des pH normaux, soit le plus souvent une salinité élevée (Bremond et Perrodon, 1979).

D'après notre étude les valeurs enregistrées du titre alcalimétrique (TA) et du titre alcalimétrique complet (TAC) sont de 241.56 mg/l à 318.5 mg/l. Ces valeurs relatives permettent de connaître des quantités d'hydroxydes, de carbonates ou des d'hydrogencarbonates alcalins ou alcalinoterreux présents dans l'eau (Rodier *et al.*, 2009).

Nous avons également déterminé les teneurs en éléments majeurs suivants :  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Mg}^{2+}$ , pour le calcium la valeur maximale enregistrée est de 70.70 mg/l et la valeur enregistrée pour le magnésium est de 35.08 mg/l. La majorités des eaux naturelles contiennent une quantité de calcium et de magnésium, leurs teneurs dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (Nouayti *et al.*, 2015).

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux. L'amplitude de variation de la teneur en chlorure n'est pas importante dans l'eau d'oued chiffa. Les valeurs sont faibles et oscillent entre 36.87mg/l et 43.96 mg/l.

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car lui est souvent associée une détérioration de la qualité microbiologique (Rodier *et al.*, 2009).

Cependant, pour notre étude on constate une valeur maximale de 0.6 mg/l et une valeur minimale de 0.01mg/l.

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrite....) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. Dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux comme celle enregistrées pour l'eau d'oued chiffa qui sont de 0.49 mg/l à 11.96 mg/l. La migration des nitrates est nettement plus rapide sur les surfaces cultivables laissées nues pendant l'hiver. Les rejets des collectivités et occasionnellement de certaines industries (engrais, explosifs, oxydants) peuvent aussi concourir à l'enrichissement en nitrates des eaux superficielles (Rodier *et al.*, 2009).

Selon Eckenfelder (1982), la DBO5 est une mesure du carbone organique biodégradable, et dans certaines conditions, des formes azotées réduites dans l'eau usée. Les valeurs de la DBO5 subissent une légère variation durant la période de notre étude. Les valeurs enregistrées sont entre (1-50) mg/l, la valeur la plus élevée, 50mg/l, a été enregistrée au niveau de la station 3 d'oued chiffa qui est de mauvaise qualité, on peut expliquer ça par la richesse d'eau en matière organique biodégradable contribuent une contamination bactériologique ou chimique.

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Les organismes pathogènes sont très nombreux et très variés et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une recherche spécifique. Il est préalable de rechercher des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux à sang chaud, qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur qui sont : les CT, CF et les SF.

Les coliformes totaux sont d'origine animale et humaine, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales (Chevalier., 2003).

Selon nos résultats, les coliformes totaux énumérées dans les eaux d'oued chiffa sont variées entre 500 et 50000 UFC /100 ml. Une augmentation du nombre d'identification des coliformes montrerait alors un probable problème. Cette contamination est causée par les rejets domestiques versés dans l'eau.

Les coliformes fécaux proviennent des intestins et des excréments des humains et des animaux à sang chaud. La présence de ces bactéries dites pathogènes est très risquée pour la santé des humains et des animaux. L'absorption d'une eau infectée de coliformes fécaux peut entraîner des maladies très graves et, dans certains cas, peut causer la mort (Payement *et al.*,2003). Les premiers symptômes sont généralement de nature gastro-intestinale : nausées, vomissements et diarrhées (Bartram et Rees., 2000).D'après notre étude, on n'a enregistré des valeurs importantes variées entre 500 et 30000UFC/100ml.

Selon Ghizellaoui en 2008, le maintien de la présence des Coliformes fécaux par rapport aux streptocoques est un signe d'une contamination d'origine humaine. Les streptocoques fécaux sont plus résistants au stress et à la chloration que les coliformes et survivent généralement plus longtemps dans l'environnement.

### Conclusion :

L'eau est une ressource de l'environnement et un bien collectif. Sa contribution au développement d'une société est si indispensable qu'on s'accorde à dire qu'il n'y a pas de vie sans eau.

C'est dans le cadre de ce travail, la recherche a été réalisée sur la ressource superficielle d'oued chiffa, notre étude porte sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique.

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux d'oued chiffa montre que cette dernière est caractérisé par une :

- Température inférieure à 25°C, suit un rythme saisonnier.

- Un pH légèrement alcalin qui ne dépasse pas 8.23.

- Les paramètres de pollution reflètent un degré de pollution important marqué par une augmentation des teneurs en nitrates (11.96mg/l) dans la 1<sup>ère</sup> station, en ammonium (3.2mg/l), nitrites (0.6mg/l) et en phosphates (0.27mg /l) dans la 3<sup>ème</sup> station.

Nous avons noté également des valeurs élevées de la DBO<sub>5</sub> (>50mg/l) dans la 3<sup>ème</sup> station, signe également d'une eau de mauvaise qualité. Des teneurs élevées en fer (1.45mg/l) et de la matière organique (30.32mg/l) dans la station 3.

Sur le plan bactériologique, les analyses de l'eau indique qu'elle renferme une charge importante en germes contaminants d'origine fécale et une absence de germes pathogènes salmonella et vibrion cholerae.

La protection de ces écosystèmes sensibles contre la pollution est une nécessité pour sa préservation et sa durabilité.

Certaines recommandations sont nécessaires pour préserver la qualité des eaux d'oued chiffa :

- Réalisation des stations d'épuration des eaux d'assainissements en amont d'oued afin d'éliminer la contamination des eaux de ce dernier.

- Un suivi régulier de tous les paramètres physico-chimiques et bactériologiques.

## Références bibliographiques :

### A

Aminot A., Chaussepied M., (1983) .Manuel des analyses chimiques en milieu marin, édition C.N.E.X.O France ,395p.

### B

Ballif. J-L., (2012). Qualité des eaux d'un bassin versant agricole en champagne crayeuse. Variation dans les zones saturée et non saturée.

Bartram J., Rees G .,(2000). Surveillance des eaux de baignade , Guide pratique pour la mise en oeuvre d'évaluations et de programmes de surveillance.

Belanger D., (2009). Utilisation de faune macro-benthique comme bio-indicateur de la qualité de l'environnement marin côtier. Maître en écologie internationale : maîtrise en biologie incluant un cheminement de type cours en écologie internationale.

Belghiti D., Derwich E., Beziane Z., Benaabiate L ., (2008) . Evaluation de la qualité des eaux de surface des Oueds Fès et Sebar utilisées en agriculture maraichère du Maroc, Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, 07, pp.59-77.

Berné F., Cordonnier J., (1996). Les traitements de l'eau procédé physico-chimique et biologique cours et problème résolu.

Bliefert R ., Perraud C., ( 2008). Chimie de l'environnement (Air, eau, sols, déchets), 2<sup>ème</sup> édition française.

Bouziani M., (2000) L'eau de la pénurie aux maladies, Edition ibn Khaldoun, 247p.

Bremaude C., Claisse J.R., Leulier F., Thibault J., (2006). Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rurale, Edition Educagri, Dijon, France, p220-221.

Bremond R., Perrodon C., (1979). Paramètres de la qualité des eaux, 2<sup>ème</sup> édition. Ministère de l'environnement et du cadre de vie. 259p.

### C

Cardot C., (2010). Génie de l'environnement les traitements des eaux. Procédés Physico-chimiques et biologiques cours et problèmes résolu, 2<sup>ème</sup> édition. 302p.

Chevalier P., (2003). Coliformes Totaux. Fiches synthèse sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec.

CHAPMAN D., KIMSTACH V., (1996). Selection of water quality variables. Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman édition, 2<sup>nd</sup> ed. E and FN Span, london, pp 59-126.

Conrad J.E., Colvin C., Silili O., Gorgens A., Waver J., Reinhardt C., (1999). Assessment of the impact of agricultural practices on the quality of groundwater resources in south Africa . Water reseach commissin , pretoria, south Africa report 99. 86p.

## D

Daniel et al (2005).Mémento technique de l'eau (Tome 1).

Dégbey C., Makoutode M., Ouendo, E-M. Fayoumi., B BrouwerC., (2008). La qualité de l'eau de puits dans la commune d'aboney-calavi au Bénin. Volume 7n° 4,280 P.

Desjardins R.,( 1990). Le traitement des eaux 2<sup>ème</sup> édition revue et enrichie.

Desjardins R.,(2010) Traitement de l'eau 2<sup>ème</sup> édition.

Dynesius M., Nilsson C., (1994). Fragmentation and flow regulation of river systems in the northeast third of the world : 266-753-762 P.

## E

Eckenfelder W.W.,( 1982). Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Techniques de documentation. Ed. Lavoisier, Paris. 503 p.

EMMANUEL j., (1996). Agence de l'eau Saine-Normandie, direction des bocages normands 1, rue de la pompe Saint-Clair. 150p.

## G

Gaujous D., (1993). La pollution, des milieux aquatiques : aide mémoire.2<sup>ème</sup> édition rue Lavoisier : technique et documentation. 212p.

Gaujous D., (1995). La pollution des milieux aquatiques : aides mémoire. 2<sup>ème</sup> édition rue Lavoisier : technique et documentation. 219p.

Genin B., Chauvin CH., Ménard F(2003). Cours d'eau et indices biologiques, Pollution-Méthodes IBGN. 2<sup>ème</sup> édition Martime Poillot.

Ghizellaoui S., Evaluation et évolution de la qualité des ressources en eau dans le réseau de distribution.

Gouaidia L., (2008). Influence de lithologie et des conditions climatiques sur la variation des paramètres physico-chimiques des eaux d'une nappe semi aride, cas de la nappe de Meskiana nord-est Algérien, Thèse de doctorat, Université Badji Morkhtar, Annaba, Algérie, 131p.

Graindorge J.,( 2015). Guide des analyses de la qualité de l'eau.

Guillemin C ., Roux J.C., (1992). Pollution des eaux souterraines en France. Manuels et méthode N°23,édition.BRGM, 262p.

## H

Hamaidi F ., Hamaidi M.S ., Guetarni D ., Saidi F., Said .m .,(2008). Rotifers de l'oued chiffa. (Algerie).

Hugo V ., (2007). Modélisation et commande floues de type takagi-sugeno appliquées à un bioprocédé de traitement des eaux usées. Thèse doctorat de l'université Paul Sabatier de toulouse , France.201p.

## L

LAIDANI Y., HENINI G., KHATMI B., DELLAL A., (2009). Evaluation de la pollution des eaux du sous bassin versant de l'oued Mina. 2<sup>ème</sup> colloque international de chimie. 12p.

Laras- Henrik Olsen J., Sunesek B.V., (1999). Les petits animaux des lacs et rivières 500 espaces d'écrites et illustrées, Paris : 05 p.

Lecler et haslay ., (1993). Microbiologie des eaux d'alimentation .édition lavoisier Tech et doc –paris p66, 101 108.

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

## M

Masschelein W J ., (1997). Processus unitaires du traitement de l'eau potable.

Maural A., (2001). Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres.



Merot P., (2005). Qualité de l'eau en milieu rural.(Savoirs et pratiques dans les bassins versants. Paris 262p.

## N

Nisbet et Verneaux., (1970). Composantes chimiques des eaux, (livre) Annales de limnologie, p.161- 190.

NouaytiN., Khattach. D., Hilali M,( 2015) .Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du Jurassique du haut bassin de Ziz (Haute Atlas central, Maroc). ISSN : 2028-2508.

## O

OMS., (2000). Directives de la qualité pour l'eau de boisson, volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2<sup>ème</sup> édition ,1050p.

OMS., (2019) poliomyélite.

## P

Papadakis E.S., (1982). Sampling plans and 100% nondestructive testing compared. Quality progress, Vol 15, 38, 39p.

PNE .,(2010). Plan national de l'eau, réalisation de l'étude d'actualisation du plan national de l'eau Volet 5 : demande en eau industrielle, mission 2 : Ressources et demande, Tome 2, annexes tableau.

## R

Ramade., f( 2000). Dictionnaire encyclopédiques des pollutions : les polluants : de l'environnement à l'homme . Ediscience international, 690p.

Rodier J., Bazin C., Broutin JP., Chambo P., Champasaur H., (1984). L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, chimie physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats série environnement et sécurité. 4<sup>ème</sup> édition – pris : dumod.486p.

Rodier J., (1996). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, chimie physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats série environnement et sécurité. 5<sup>ème</sup> édition 633-668p.

Rodier J., Bazin C., Broutin. JP., Chambon P, Champasaur H., (2005). Lanalyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8<sup>ème</sup> édition – pris : dumod.1383p.

Rodier J., Legube B. , Merlet N., Brunet R.,( 2009 ).L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 9<sup>ème</sup> édition – pris : dumod.1579p.

Rouabhia A., Baalif ., Khericici N., Djabri l., (2004). Sechresse : 47-52p.

## S

Santé canada ., (1992). Le nitrate et le nitrite. Recommandation pour la qualité de l'eau potable au canada.

SIGG et al ( 2006). Chimie des milieux aquatiques : chimie des eaux naturelles et des interfaces dans l'environnement. Paris : 4<sup>ème</sup> édition : DUNOD.564p.

## V

Velverde A.L ., (2008). Comprendre le cycle de l'eau, bulletin de L'OMM, Vol 57, N°3, 55p.

Vilaginés R., ( 2010) Eau, environnement et santé publique.3<sup>ème</sup> édition Parie, lavoisier. P215.

villers J., Squilbin M., Yourassowsky C., (2005).Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement).

## Z

Zoungrana E.I., (2009). La poliomyélite 12 Mai 2009. 9p.

## Annexe I :

### Matériels pour les analyses physico-chimiques :

#### ❖ Matériels pour l'échantillonnage :

- Bouteille en plastique
- Flacons stérile en verre
- Glacière

#### ❖ Appareillage :

- Etuve à 105°C
- Spectrophotomètre
- Conductimètre
- Bain marie
- PH mètre
- Turbidimètre
- Plaque chauffante
- Thermomètre Numérique HANNA instrument
- Balance analytique
- Autoclave verticale
- Incubateur à 37°C

#### ❖ Verrerie :

- Fiole 250 ml , 500 ml
- Erlenmeyer
- Béchers
- Pipettes pasteur
- Pipettes graduées
- Eprovettes
- Burettes
- Entonnoir
- Tubes à essais

### Réactifs :

#### Réactifs de nitrite :

##### a) Réactif mixte :

- ❖ Amino-4 benzène sulfonamide.....40 g.
- ❖ Acide orthophosphorique.....100ml.
- ❖ Eau distillée.....500ml.
- ❖ N-1 Naphtyl éthylène diamine.....2g.

Compléter le volume à 1000 ml avec de l'eau distillée.

Cette solution est stable pendant un mois si elle est conservée entre 2 et 5°C.

**b) Solution étalon mère de nitrites 100 mg/l :**

- ❖ nitrite de sodium.....0.15g.
- ❖ d'eau distillée.....100ml.

Cette solution est stable pendant un mois si elle est conservée entre 2 et 5°C.

**c) Solution étalon fille de nitrites 1 mg/l :**

- ❖ solution étalon de nitrites de concentration 100 mg/l.....1ml.
- ❖ Eau distillée.....100ml.

Cette solution est préparée le jour de l'emploi.

**Réactifs Nitrate**

**a) Solution de Salicylate de Sodium à 0.5% :**

- ❖ Salicylate de sodium.....0.5 g.
- ❖ Eau distillée.....100ml.

Préparer cette solution chaque jour au moment de l'emploi.

**b) Solution d'hydroxyde de Sodium à 30% :**

- ❖ Hydroxyde de sodium.....30 g.
- ❖ Eau distillée.....100ml.

**c) Solution de tartrate double de sodium et de potassium :**

- ❖ Hydroxyde de sodium .....400g.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.
- ❖ Tartrate double de sodium et potassium.....60g.

**d) Acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentré.**

**e) Solution mère de nitrate à 1000 mg/l :**

- ❖ Nitrate de sodium.....1.37g.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

**f) Solution fille étalon de nitrate 10 mg/l :**

- ❖ Solution mère à 1000 mg/l.....10ml.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

**Réactifs Ammonium:**

**a) Réactif coloré :**

- ❖ Salicylate de sodium.....130g.
- ❖ Citrate trisodique di hydrate.....130g.
- ❖ Nitroprussiate de sodium.....0.97g.
- ❖ Eau distillée. ....1000ml.

Cette solution est conservée dans un flacon en verre brun et est stable au moins deux semaines.

**b) Solution de Dichloroisocyanurate de sodium :**

- ❖ Hydroxyde de sodium .....32g.
- ❖ Dichloroisocyanurate di-hydraté.....2g.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

Cette solution est conservée dans un flacon en verre brun et est stable au moins deux semaines.

**c) Solution mère étalon d'ammonium 100 mg/l :**

- ❖ Chlorure d'ammonium .....0.297g.
- ❖ Eau distillée. ....1000ml.

Cette solution est conservée dans un flacon en verre et est stable au moins un mois.

**d) Solution fille étalon d'ammonium 1 mg/l :**

- ❖ Solution étalon d'ammonium de 100mg/l.....1 ml.
- ❖ Eau distillée.....100ml.

Préparer cette solution le jour de l'emploi. La durée de conservation ne dépasse pas 24h.

**Réactifs de calcium :**

**a) Hydroxyde de sodium, solution 2 N :**

- ❖ Hydroxyde de sodium (NaOH) .....8g.
- ❖ Eau distillée.....100ml.

**b) Calcium, solution de référence à 100 mg/l :**

- Une solution mère de commerce titrisol à 1 g/l en calcium peut être utilisée.

-Préparation de la solution fille à 100 mg/l de calcium :

- ❖ la solution mère à 1 g/l d.....5ml.
- ❖ Eau distillée.....50ml.

**c) EDTA, solution titrée 0,01 mol/l :**

-Sécher une portion d'EDTA à 80°C pendant 2 heures (étuve).

-Dissoudre ensuite 3,725 g du sel sec dans de l'eau distillée et diluer à 1000 ml.

**d) Murexide (indicateur).**

Préparer et utiliser cette solution le jour de l'emploi.

**Réactifs Titre alcalimétrique complet :**

**a) Acide chlorhydrique (HCl) concentré à 37 %.**

**b) Solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0.01 N :**

- ❖ Acide chlorhydrique concentré à 37 % .....0.82ml.
- ❖ Eau distillée.....1000 ml avec de

**Réactifs chlorures :**

**a) Solution de nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>) à 0,02 mol/l :**

- ❖ Nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>).....3.3974g.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

**b) Solution d'indicateur de chromate de potassium (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) à 100 g/l :**

- ❖ Chromate de potassium .....10g.
- ❖ Eau distillée .....100ml.

**c) Solution étalon de chlorure de sodium (Na Cl) à 0.02 mol/l :**

- Dissoudre 1.1688 g de chlorure de sodium (Na Cl) séchés au préalable à 105°C et compléter à 1000 ml d'eau distillée.

**d) Solution d'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) à 0.1 mol/l.**

**e) Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0.1 mol/l :**

- ❖ Hydroxyde de sodium (NaOH).....4g.
- ❖ Eau distillée..... 1000 ml.

Solution utilisée pour réajuster un pH inférieur à 5.

**f) Carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>) ou mono hydrogénocarbonate de sodium (NaHCO<sub>3</sub>) en poudre.**

**Réactifs sulfates :**

**a)Solution stabilisante :**

- ❖ Eau distillée.....100ml.
- ❖ Acide chlorhydrique pur (HCl : d= 1.19).....60ml.
- ❖ éthanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH).....200ml.
- ❖ Chlorure de sodium (NaCl).....150g.
- ❖ Glycérol.....100ml.

- Compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée.

Cette solution se conserve deux semaines en flacon brun à 4°C.

**b) Solution de chlorure de baryum (BaCl<sub>2</sub>) à 0.01N :**

- ❖ Chlorure de baryum (BaCl<sub>2</sub>).....150g.
- ❖ Acide chlorhydrique .....5ml.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

Cette solution se conserve deux semaines en flacon brun à 4°C.

**c) Solution mère de sulfates à 1 g/l à partir de sulfate de sodium (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) :**

- ❖ Sulfate de sodium (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).....1.479g.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

La solution se conserve pendant 2 mois si elle est mise à l'abri de la lumière dans un flacon brun à 4°C.

**Réactifs phosphates :**

**a) Acide sulfurique à 9 mol/L (dilution de ½) :**

- ❖ Eau distillée.....500ml.
- ❖ Acide sulfurique (ρ = 1.84 g/ml).....500ml.

**b) Réactif mélange (solution molybdate acide) :**

- ❖ Heptamolybdate d'ammonium tétrahydraté .....13g.
- ❖ Eau distillée.....100ml.
- ❖ Tartrate de potassium et d'antimoine hémihydraté.....0.35g.
- ❖ Eau distillée.....100ml.
- ❖ Acide sulfurique à 9 mol/L.....5ml.

**c) Acide ascorbique, solution, ρ = 100 g/l :**

- ❖ Acide ascorbique (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>) .....10g.
- ❖ Eau distillée.....100ml.

Cette solution est stable pendant deux semaines n'apparaît.

**d) Orthophosphates, solution mère,  $\rho = 50 \text{ mg/l}$  :**

- ❖ Dihydrogénophosphate de potassium ..... 0.2197 g.
- ❖ Eau distillée.....800ml.
- ❖ Solution d'acide sulfurique (dilution de  $\frac{1}{4}$ ) .....10ml.

**e) Orthophosphates, solution étalon,  $\rho = 2 \text{ mg/l}$  :**

- ❖ Solution mère d'orthophosphates.....20ml.
- ❖ Eau distillée.....480ml.

Préparer et utiliser cette solution le jour de l'emploi.

**Réactifs fer :**

Tous les réactifs seront préparés à partir d'eau distillée exempte de toutes traces de fer.

**a)Solution d'acide chlorhydrique à 10% :**

- ❖ HCL à 1.12 g /ml.....10ml.
- ❖ Eau distillée.....100ml.

**b) Solution de Peroxodisulfate de potassium à 40% :**

- ❖ Peroxodisulfate de potassium ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ).....4 g.
- ❖ Eau distillée.....100ml.

**c)Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine à 100 g /l :**

- ❖ Chlorhydrate hydroxylamine ( $\text{NH}_2\text{OH.HCL}$ ).....10g.
- ❖ Eau distillée.....100ml.

**d)Solution de phénantroline-1,10 :**

- ❖ Chlorure de phénantroline 1,10 monohydrate.....0.5g.
- ❖ Eau distillée.....100ml.

**e) Solution tampon acétate :**

- ❖ Acétate d'ammonium ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ).....40g.
- ❖ Acide acétique cristallisable ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).....50ml.
- ❖ Eau distillée.....50ml.

**f) Solution mère de fer correspondant à 1 g/l :**

Cette solution peut être préparé à partir d'ammonium- fer (II) sulfate hexa hydraté ( $\text{NH}_4$ )<sub>2</sub> Fe ( $\text{SO}_4$ )<sub>2</sub>

$6\text{H}_2\text{O}$ . appelé sel de Mohr. 0.7022g dans 100ml eau distillée.



**g) solution intermédiaire (fille) de fer correspondant à 100mg/l :**

- ❖ Solution mère à 1 g/l.....10ml.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

**Réactifs matière organique :**

**a) Acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ; ρ = 1.84 g/ml, 18 mol/l)**

**b) Acide sulfurique, c(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = 7.5 mol/l :**

- ❖ Acide sulfurique.....420ml.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

**c) Acide sulfurique, c(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = 2 mol/l :**

- ❖ Acide sulfurique(a) .....110ml.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

**d) Oxalate de sodium Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> :**

**Solution mère de concentration 0,05 mol/l :**

Sécher à l'étuve l'oxalate de sodium à 120°C pendant 2heures.

- ❖ Oxalate de sodium.....6,7g.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

Cette solution est stable pendant 6 mois si elle est stockée à l'obscurité (flacon brun) à 4°C.

**e) Oxalate de sodium Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> :**

**Solution étalon de concentration 5 millimoles/l :**

- ❖ Solution mère d'oxalate de sodium (d).....100ml.
- ❖ Eau distillée.....900ml.

Cette solution titrée est stable pendant 2 semaines si elle est stockée à l'obscurité (flacon brun) à 4°C.

**f) Permanganate de potassium KMnO<sub>4</sub> :**

**Solution mère, concentration 20 millimoles/l :**

- ❖ KMnO<sub>4</sub> .....3,2g
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

La solution est stable 3 mois à température ambiante.

**g) Permanganate de potassium KMnO<sub>4</sub> :**

**Solution titrante de concentration 2millimoles/l :**

- ❖ Solution mère (f).....100ml.
- ❖ Eau distillée .....1000ml.

Cette solution est stable au moins deux mois, stockée dans un flacon brun et à 4°C.

**h) Résorcinol, solution mère (1 g/l) :**

- ❖ Résorcinol .....1g.
- ❖ Eau distillée.....100ml.

La solution est stable pendant 2 mois à température ambiante.

**i. Résorcinol, solution de contrôle qualité (1,0 mg/l) :**

- ❖ Solution mère de résorcinol (1g/l).....1ml.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

La solution est à préparer extemporanément.

## Annexe II

### Matériels pour l'analyse microbiologique :

#### ❖ Milieu de culture :

- Slanetzet Bartley , milieu B E A ( bile esculine azoture )
- Gélose Héктоene
- Milieu SFB double concentration
- EPA ( eau peptonée alcaline )
- G N A B

#### ❖ Réactifs, additifs et solutions

- eau physiologique stérile
- Huile de paraffine
- Eau de javel
- Additif de Sélénite de sodium

#### ❖ Appareillage et verrerie

- Pipettes pasteurs stériles à usage unique
- Pipettes graduées de 25 ml
- Tube à essai stériles
- Bec benzène
- Les boîtes de pétri
- Etuve à 37°C, 44°C
- Bain marie
- Réfrigérateur
- Flacon en verre de 500 ml stériles
- Portoirs
- Anse de platine
- Autoclave

#### ➤ Composition des différents milieux de culture

##### ❖ Gélose au Tergitol

- Peptone ..... 10 g
- Extrait de viande ..... 5 g
- Extrait de levure ..... 5 g
- Lactose ..... 20 g
- Tergitol 7..... 0,1 g
- Bleu de bromothymol ..... 0,065 g
- Agar ..... 13 g

❖ **Gélose Slanetz**

- Tryptose .....20 g
- Extrait autolytique de levure .....5 g
- Glucose .....2 g
- Phosphate dipotassique .....0,4 g
- Azide de sodium .....0,4 g
- Agar .....10 g
- L'eau distillée .....1000 ml

❖ **Gélose Hektoen**

- Peptone .....12 g
- Extrait de levure .....3 g
- NaCl.....5 g
- Thiosulfate de sodium .....5 g
- BBT .....0,002 g
- Lactose .....12 g
- Saccharose .....12 g
- Salicine .....2 g
- Citrate de fer 3 et d'ammonium .....2 g
- Sels biliaires .....9 g
- Fuchsine acide .....0,1 g
- Bleu de bromothymol .....0,065 g
- Agar .....13 g
- L'eau distillée .....1000 ml

❖ **Eau Peptonée alcalin (EPA)**

- Peptone .....20 g
- Chlorure de sodium .....30 g
- L'eau distillée .....1000ml

❖ **Bouillon au sélénite de sodium cystéine SFB**

- Lactose .....4 g
- Tryptophane .....5 g
- Phosphate disodique .....10 g
- Sélénite de sodium .....0,01 g
- L-Cystine .....0,01 g
- L'eau distillée .....1000 ml

**I- les Résultats des analyses physico-chimiques de la 1<sup>ère</sup> station (El-hamdania) :**

| La date    | Température °C | PH   | Conductivité µs/cm | Turbidité NTU | Titre alcalimétrique simple | Titre alcalimétrique complet |
|------------|----------------|------|--------------------|---------------|-----------------------------|------------------------------|
| 18-02-2019 | 13.3           | 7.6  | 461                | 5.4           | 00                          | 250.32                       |
| 03-03-2019 | 15.5           | 8.12 | 615                | 6.09          | 00                          | 258.64                       |
| 17-03-2019 | 16.3           | 8.23 | 652                | 2.70          | 00                          | 241.56                       |
| 31-03-2019 | 12.3           | 7.62 | 594                | 3.63          | 00                          | 242.12                       |
| 14-04-2019 | 17             | 8.14 | 630                | 4.05          | 00                          | 246.44                       |
| 02-05-2019 | 18.2           | 8.03 | 574                | 5.02          | 00                          | 244                          |

| La date    | La dureté (mg/l) | La dureté calcique (mg/l) | La dureté magnésienne (mg/l) | Chlorures (mg/l) | Matière organique (mg/l) | Résidus sec |
|------------|------------------|---------------------------|------------------------------|------------------|--------------------------|-------------|
| 18-02-2019 | 312.52           | 64.12                     | 27.35                        | 38.7             | 2.56                     | 430         |
| 03-03-2019 | 316.8            | 68.25                     | 35.08                        | 43.06            | 2.44                     | 350         |
| 17-03-2019 | 281.7            | 69.97                     | 25.63                        | 43.06            | 2.34                     | 420         |
| 31-03-2019 | 257.92           | 63.61                     | 23.73                        | 36.87            | 2.45                     | 370         |
| 14-04-2019 | 280              | 65.73                     | 27.7                         | 38.29            | 2.54                     | 360         |
| 02-05-2019 | 274.48           | 62.84                     | 27.21                        | 39.7             | 2.52                     | 540         |

| La date    | Phosphates (mg/l) | Sulfate (mg/l) | Ammonium (mg/l) | Nitrate (mg/l) | Nitrite (mg/l) | Fer (mg/l) |
|------------|-------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|------------|
| 18-02-2019 | 0.09              | 68.02          | 0.04            | 0.49           | 0.01           | 0.01       |
| 03-03-2019 | 0.08              | 73.86          | 0.05            | 0.59           | 0.01           | 0.02       |
| 17-03-2019 | 0.05              |                | 0.07            | 0.62           | 0.01           | 0.04       |
| 31-03-2019 | 0.10              | 45.07          | 0.96            | 11.96          | 0.01           | 0.06       |
| 14-04-2019 | 0.1               | 68.28          | 0.06            | 0.72           | 0.02           | 0.04       |
| 02-05-2019 | 0.05              | 70.27          | <0.01           | 1.94           | 0.02           | 0.03       |

**II- les résultats des analyses physico-chimiques de 2<sup>ème</sup> station (chiffa) :**

| La date    | Température °C | PH   | Conductivité µs/cm | Turbidité NTU | Titre alcalimétrique simple (mg/l) | Titre alcalimétrique complet (mg/l) |
|------------|----------------|------|--------------------|---------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 18-02-2019 | 13.2           | 7.3  | 486                | 24.5          | 00                                 | 293.27                              |
| 03-03-2019 | 15.7           | 7.95 | 794                | 22.3          | 00                                 | 317.2                               |
| 17-03-2019 | 16.8           | 8.12 | 715                | 25.7          | 00                                 | 295.24                              |
| 31-03-2019 | 13.4           | 7.57 | 639                | 5.29          | 00                                 | 318.25                              |
| 14-04-2019 | 17             | 8.09 | 705                | 30.4          | 00                                 | 292.8                               |
| 02-05-2019 | 18.4           | 8.10 | 644                | 47.2          | 00                                 | 258.64                              |

| La date    | La dureté (mg/l) | La dureté calcique (ml/l) | La dureté magnésienne (mg/l) | Chlorures (mg/l) | Matière organique (mg/l) | Résidus sec |
|------------|------------------|---------------------------|------------------------------|------------------|--------------------------|-------------|
| 18-02-2019 | 273              | 65.02                     | 23.58                        | 38.54            | 21.12                    | 420         |
| 03-03-2019 | 293.04           | 69.84                     | 28.43                        | 38.29            | 15.9                     | 305         |
| 17-03-2019 | 277.7            | 69.97                     | 24.68                        | 37.35            | 17.13                    | 530         |
| 31-03-2019 | 228.73           | 69.97                     | 25.63                        | 39.7             | 16.63                    | 410         |
| 14-04-2019 | 272              | 64.13                     | 26.80                        | 43.96            | 15.63                    | 394         |
| 02-05-2019 | 274.4            | 70.70                     | 23.44                        | 39.7             | 15.45                    | 420         |

| La date    | Phosphates (mg/l) | Sulfate (mg/l) | Ammonium (mg/l) | Nitrate (mg/l) | Nitrite (ml/l) | Fer (mg/l) |
|------------|-------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|------------|
| 18-02-2019 | 0.086             | 62.82          | 0.06            | 0.60           | 0.01           | 0.02       |
| 03-03-2019 | 0.11              | 73.86          | 0.05            | 0.59           | 0.01           | 0.02       |
| 17-03-2019 | 0.23              | 52.83          | 1.39            | 0.78           | 0.18           | 0.03       |
| 31-03-2019 | 0.16              | 63.55          | <0.01           | 1.45           | 0.09           | 0.04       |
| 14-04-2019 | 0.12              | 58.22          | 1.85            | 1.52           | 0.04           | 0.05       |
| 02-05-2019 | 0.12              | 61.87          | 1.38            | 1.85           | 0.12           | 0.07       |

### III-les résultats des analyses physico-chimiques de 3<sup>ème</sup> station (douaouda) :

| La date    | Température °C | PH   | Conductivité µs/cm | Turbidité NTU | Titre alcalimétrique simple (mg/l) | Titre alcalimétrique complet (mg/l) |
|------------|----------------|------|--------------------|---------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 18-02-2019 | 14.2           | 7.6  | 1050               | 23.9          | 00                                 | 300.25                              |
| 03-03-2019 | 13             | 7.7  | 1107               | 28.1          | 00                                 | 318.5                               |
| 17-03-2019 | 15.8           | 7.9  | 1339               | 32.4          | 00                                 | 298.27                              |
| 31-03-2019 | 19.8           | 7.8  | 1093               | 17.8          | 00                                 | 270.4                               |
| 14-04-2019 | 20.5           | 7.7  | 1214               | 28.9          | 00                                 | 300                                 |
| 02-05-2019 | 19             | 7.65 | 1040               | 49.1          | 00                                 | 278.64                              |

| La date    | La dureté (mg/l) | La dureté calcique (mg/l) | La dureté magnésienne (mg/l) | Chlorure (mg/l) | Matière organique | Résidus sec |
|------------|------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------|-------------|
| 18-02-2019 | 310.80           | 66.12                     | 24.58                        | 39.6            | 24.26             | 470         |
| 03-03-2019 | 299.40           | 67.24                     | 29.08                        | 42.06           | 19.30             | 530         |
| 17-03-2019 | 260              | 69.99                     | 25.32                        | 37.35           | 12.13             | 390         |
| 31-03-2019 | 300.21           | 66.97                     | 28.73                        | 38.87           | 15.70             | 440         |
| 14-04-2019 | 250.27           | 68.73                     | 27.8                         | 41.29           | 11.82             | 550         |
| 02-05-2019 | 275.48           | 70.40                     | 25.44                        | 39.8            | 30.32             | 480         |

| La date    | Phosphates (mg/l) | Sulfates (mg/l) | Ammonium (mg/l) | Nitrates (mg/l) | Nitrites (mg/l) | Fer (mg/l) |
|------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|
| 18-02-2019 | 0.12              | 33.80           | 0.80            | 1.20            | <0.1            | 0.55       |
| 03-03-2019 | 0.12              | 43.23           | 1.50            | 1.50            | 0.1             | 0.25       |
| 17-03-2019 | 0.27              | 70.30           | 2.36            | 1.80            | 0.5             | 0.45       |
| 31-03-2019 | 0.21              | 60.55           | 0.95            | 2.10            | 0.22            | 1.45       |
| 14-04-2019 | 0.23              | 58.20           | 2.70            | 2.30            | 0.12            | 1.07       |
| 02-05-2019 | 0.25              | 16.54           | 3.2             | 2.85            | 0.6             | 1.29       |

## Annexe IV

### 1-les Résultats des analyses bactériologiques de la 1<sup>ère</sup> station (El-hamдания) :

| Date de prélèvements | Coliformes totaux | Coliformes fécaux | Streptocoque fécaux |
|----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 18-02-2019           | 25000             | 2100              | 3600                |
| 03-03-2019           | 20000             | 4000              | 3600                |
| 17-03-2019           | 5700              | 3000              | 6300                |
| 31-03-2019           | 20000             | 3800              | 2300                |
| 14-04-2019           | 7000              | 5000              | 2400                |
| 02-05-2019           | 5300              | 500               | 4000                |

### 2-les résultats des analyses bactériologiques de 2<sup>ème</sup> station (chiffa) :

| Date de prélèvements | Coliformes totaux | Coliformes fécaux | Streptocoque fécaux |
|----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 18-02-2019           | 30000             | 20000             | 2000                |
| 03-03-2019           | 50000             | 20000             | 1000                |
| 17-03-2019           | 30000             | 20000             | 8200                |
| 31-03-2019           | 30000             | 25000             | 3200                |
| 14-04-2019           | 50000             | 30000             | 3800                |
| 02-05-2019           | 30000             | 25000             | 4500                |

### 3-les résultats des analyses bactériologiques de la 3<sup>ème</sup> station (douaouda) :

| Date de prélèvements | Coliformes totaux | Coliformes fécaux | Streptocoque fécaux |
|----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 18-02-2019           | 50000             | 30000             | 10000               |
| 03-03-2019           | 50000             | 30000             | 10500               |
| 17-03-2019           | 30000             | 20000             | 15000               |
| 31-03-2019           | 30000             | 25000             | 10000               |
| 14-04-2019           | 50000             | 30000             | 5000                |
| 02-05-2019           | 50000             | 30000             | 15000               |



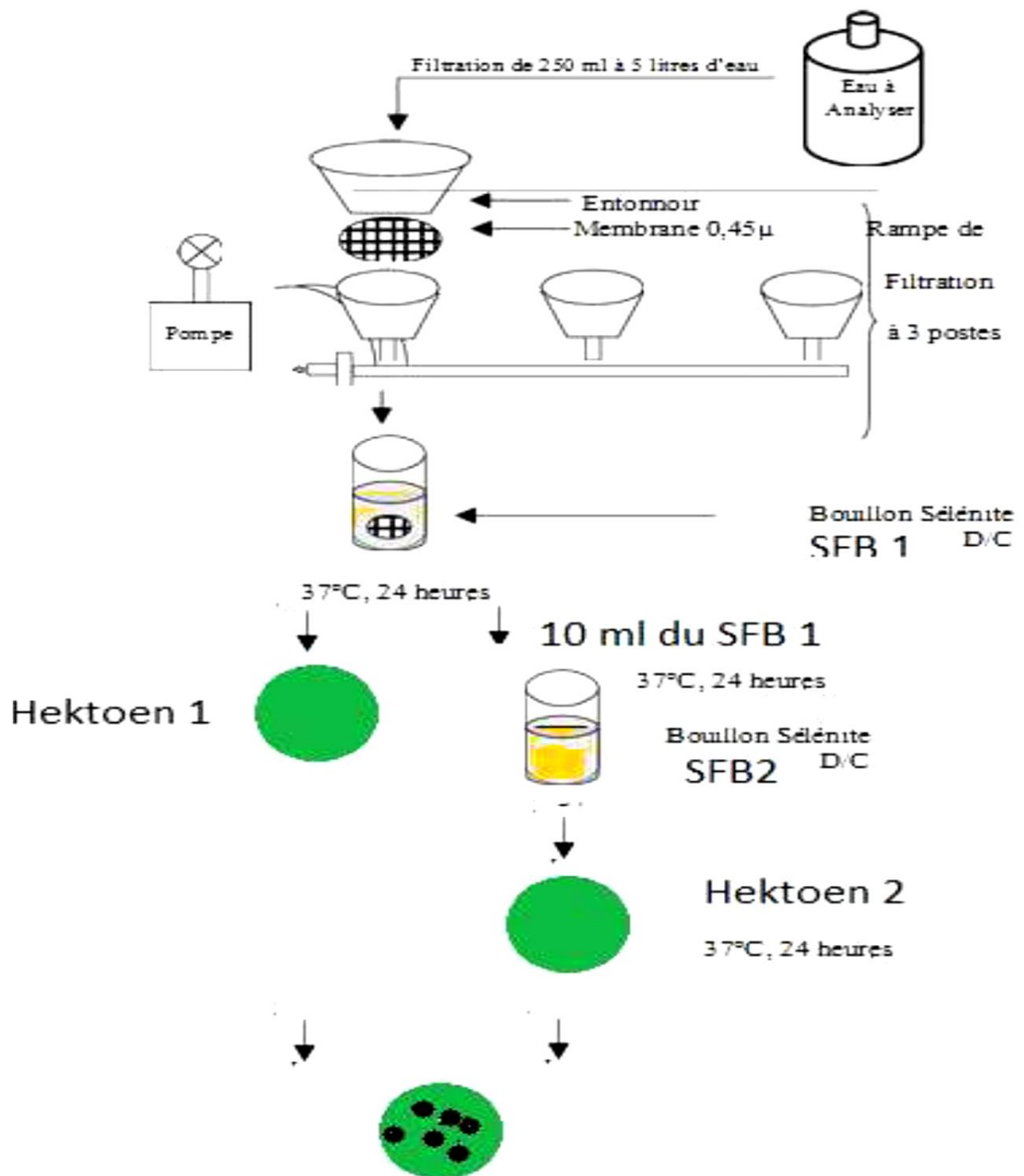


Figure N°13 : La recherche des salmonelles.

**V Annexe Matériel non biologique utilisée :**



Spectrophotomètre.



Turbidimètre.



pH mètre.



Etuve.



Balance analytique



Thermostatée.