

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE BLIDA 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Physiologie Cellulaire
Filière : Sciences Hydrologie Marines et Continentales
Spécialité : RESTAURATION DES MILIEUX AQUATIQUES ET CONTINENTAUX

MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION D'UN DIPLOME MASTER EN BIOLOGIE

***ETUDE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET
BACTERIOLOGIQUES D'OUED DE CHIFFA (W. BLIDA)***

Présenté par :

BERRABHA KHELIFA

Devant le JURY :

Mme AMEDJKOUH .H	MAA	UB 01	Présidente
Mme RADI. N	MAA	UB 01	Examinatrice
Mme MOHAMED MAHMOUD. F	MAA	UB 01	Promotrice
Mme BENTOURA. S	MBV	UB 01	Co-promotrice

ANNEE UNIVERSITAIRE
2015/2016

DÉDICACES

A mes parents, qui ont toujours crue en moi, pour leur amour inépuisable, leur bonté et leur tendresse dont je ne saurai mesurés la portée, que Dieu les garde.

A mes frères (Samir, Abdelkader, Mourad et Maamar) et à ma chère et unique sœur Fatma Zahra, pour leur soutien indéfectible.

A ma fiancée Nabila qui a toujours été présente par son soutien, sa tendresse, son amour et son comportement très attentionné surtout dans les moments difficiles.

A tous mes amis de la faculté de Biologie, mes collègues de travail en Pharmacie (Aghiles, Mohamed, Kahina, Fatima, Dalila et Rachid), ainsi que BIOREAL pour leur apport et leur soutien tout au long de ce travail.

REMERCIEMENT

Je remercie Dieu tout puissant, en premier lieu, de m'avoir donné la santé, la force, le courage et la patience de réaliser ce travail.

*Je remercie Mme **MOHAMED MAHMOUD. F** et Mme **BENTERTOURA. S** pour avoir encadré et dirigé ce travail avec patience et pour leur aide, leur gentillesse et leur disponibilité de tous les instants.*

Mes remerciements s'adressent également aux membres du jury.

- Mme **AMEDJKOUH .H** pour l'honneur dont elle a fait preuve en acceptant de présider la soutenance de ce mémoire.*
- Mme **RADI. N** pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Au personnel du laboratoire de l'ADE : Mr **YAHIAOUI .F** chef de service, pour ses conseils et son aide, ainsi qu'aux Mme **Mekious, Annad, Bezzari, Bentarcha, Bentafat** et surtout à Mme **Bensalah**. A pour sa grande patience, sa gentillesse et son aide précieuse.*

*Au personnel du laboratoire d'Hygiène de la Wilaya de Blida, surtout Mr. **Djamel** pour son aide inestimable et sa gentillesse.*

A tous les enseignants de biologie ayant contribué à ma formation.

A tous ceux qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce modeste travail.

Résumé

Notre travail est basé sur l'étude de **20** prélèvements d'eau de cinq stations localisées dans l'oued de Chiffa situé dans la wilaya de Blida. L'étude s'intéresse aux paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau superficielle de cet oued. Les analyses physiques révèlent une température moyenne de **18,92** °C, un pH alcalin **8,3**, une conductivité électrique de **592,45** µS/cm, et une turbidité élevée surtout pendant les mois pluviaux. Les analyses chimiques indiquent que l'eau de l'oued Chiffa a une dureté élevée, avec des doses faibles en nitrates, nitrites, phosphores et sulfates. Les analyses bactériologiques montrent que l'eau de l'oued Chiffa a une qualité plus ou moins satisfaisante par rapport aux normes d'**OMS 2011**. L'eau d'oued Chiffa est classée en **classe 1B** selon la grille de la qualité des eaux de surface, elle a une qualité bonne.

Mots clés : Oued Chiffa, eau de surface, paramètres physico-chimiques, bactériologiques.

الملخص

العمل الذي قمنا به يتركز على تقييم عشرين (20) عينة ماء لخمسة محطات دراسة موجودة في واد الشفة بولاية البليدة بواسطة دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية.

كشفت التحاليل الفيزيائية أن متوسط درجة الحرارة يساوي **18.92** درجة مئوية، درجة الحموضة القاعدية **8.3**، الناقلية الكهربائية يساوي **592.45** سيمنز لكل سنتيمتر وأن المياه معكرة خاصة في الأشهر الممطرة.

النتائج الكيميائية توضح أن مياه واد الشفة تتميز بقساوة عالية، وبتراكيز ضعيفة بالنسبة للشوارد التالية: النترات، النتريت، الكبريتات، الآزوت النشادري والفسفور.

أما التحاليل البكتريولوجية، تبين أن مياه واد شفة تتوافق مع معايير المياه بالنسبة للمنظمة العالمية للصحة (OMS).
عموماً، يمكن أن نضع هذه المياه ضمن قسم 1 ب، التي تتميز بأنها جيدة.

الكلمات المفتاحية: واد الشفة - خصائص فيزيوكيميائية - بكتريولوجية - الماء السطحي.

Abstract

Our work is based on the study of 20 samples studied of five (05) stations located in the Chiffa river (Blida), through a physicochemical study and other bacteriological of the surface water Chiffa river.

Physical analyzes reveal an average temperature of **18, 92 °C**, an alkaline pH **8, 3**, an electric conductivity of **592,45 μS / cm**, especially during high turbidity less storm.

Chemical analyzes indicate that the waters of the Chiffa river are waters with high hardness with low doses of nitrates, nitrites, ammonium, phosphorus and sulfates.

Bacteriological results obtained show that the waters of the Chiffa river has a more or less satisfactory contribution by the WHO standards.

In general, the waters of the Chiffa river set class 1B, so that water has a slightly lesser quality.

Key words: river Chiffa, physicochemical parameters, bacteriological.

LA LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique d'Oued Chiffa.....	14
Figure 2 : Station de prélèvement N° 01(photo originale, Mai 2016)	15
Figure 3 : Station de prélèvement N° 02 (photo originale, Mai 2016)	15
Figure 4 : Station de prélèvement N° 03(photo originale, Mai 2016)	16
Figure 5 : Station de prélèvement N° 04 (photo originale, Mai 2016)	16
Figure 6 : Station de prélèvement N°05 (photo originale, Mai 2016)	16
Figure 7 : Variations mensuelles de la température de l'eau d'Oued Chiffa.....	29
Figure 8 : Variations mensuelles du pH de l'eau d'Oued Chiffa	30
Figure 9 : Variations mensuelles de conductivité électrique de l'eau d'Oued Chiffa.....	31
Figure 10 : Variations mensuelles de la turbidité de l'eau d'Oued Chiffa	32
Figure 11 : Variations mensuelles du résidu sec de l'eau d'Oued Chiffa.....	33
Figure 12 : Variation mensuelles de nitrites de l'eau d'Oued Chiffa.....	34
Figure 13 : Variation mensuelles de nitrates de l'eau d'Oued Chiffa.....	35

Figure 14: Variations mensuelles de la matière organique de l'eau d'Oued Chiffa	36
Figure 15 : Variations mensuelles de sulfates de l'eau d'Oued Chiffa.....	37
Figure 16 : Variations mensuelles de chlorures de l'eau d'Oued Chiffa	38
Figure 17 : Variations mensuelles de la dureté de l'eau d'Oued Chiffa	39
Figure 18 : Variations mensuelles de calcium de l'eau d'Oued Chiffa	40
Figure 19 : Variations mensuelles de magnésium de l'eau d'Oued Chiffa.....	41
Figure 20 : Variations mensuelles des bactéries recensées dans les eaux d'oued Chiffa	42
Figure 21: Recherche et dénombrement des coliformes.....	annexe n°01
Figure 22 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	annexe n°01
Figure 23 : Recherche et dénombrement des spores de <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs. .	Ax n°01
Figure 24 : Recherche et dénombrement de <i>Salmonella</i>	annexe n°01
Figure 25 : Recherche et dénombrement de <i>Vibrio</i> Cholérique	annexe n°01

LA LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1 :** Résultats de détermination d'origine de contamination fécale de l'eau d'Oued Chiffa à partir du rapport CF/SF.....43
- Tableau 2 :** Table de Mac Grady (NPP)..... annexe N°II
- Tableau 3 :** Normes de qualité des eaux superficielles destinées à l'alimentation en eau potable des populations..... annexe N°IV
- Tableau 4 :** Les maladies bactériennes à transmission hydrique (MTH). annexe N°IV
- Tableau 5 :** Les critères d'appréciation globale de la qualité des eaux de rivière.. annexe N°IV
- Tableau 6:** Résultats des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau d'Oued Chiffa..... annexe N°IV

Liste des abréviations

ADE : Algérienne Des Eaux

ASR : Anaérobie Sulfito-Réducteur

BCPL : Bouillon Lactosée au Pourpre de Bromocréosol

D/C : Double Concentration

EDTA : Ethylène Diamine Tétracétique

EPA : Eau Peptonée Alcalin

GNAB : Gélose Nutritive Alcaline Biliée

ISO : International Standard Organisation

MO : Matière Organique

MTH : Maladies transmission Hydrique

NPP : Nombre le plus Probable

NTU : Néphelometric Turbidity Unit

OMS : Organisation Mondiale de la santé

S/C : Simple Concentration

SFB : Bouillon au sélénite de sodium cystéine

VF : Viande Foie

INTRODUCTION

L'eau constitue la vie pour tous les êtres vivants, elle couvre les trois quart de la surface terrestre et environ les deux tiers du corps humain [ARAOUA, 1997]. Les grands réservoirs d'eau douce sont sur les continents: aquifères, glaciers, lacs et rivières. Ces réservoirs sont approvisionnés par l'évaporation de l'eau des océans avec une transition par l'atmosphère. A cette eau douce, on peut ajouter la quantité minimale stockée dans les organismes. On sépare généralement les eaux de surface (ruissellement diffus, cours d'eau, lacs, océans), eaux souterraines, sols et les aquifères. Les eaux de surface peuvent être réparties en eaux courantes se déplaçant par écoulement sur le sol et en eaux non courantes animées de mouvements d'oscillation ou de courants internes; selon la taille et la salinité on parlera de lacs, de mers ou d'océans [PEIXOTO et Oort, 1990]. Mais est ce que toutes les eaux sont potables pour l'homme ?

La problématique de l'eau est basée sur deux points : la quantité (les ressources) et de qualité (pollution) [LOUNNES, 2009]. Au cours du temps la demande en eau est plus importante à cause des besoins liés aux activités (domestiques, industrielles et agricoles) [DROUICHE, 2006].

En Algérie, les sources d'eau sont très nombreuses sur le versant des montagnes et au milieu des collines qui accidentent le territoire Algérien : les unes se précipitent avec fracas de rocher en rocher; les autres roulent lentement leurs eaux dans la plaine. Du mois de novembre au mois de mai, les torrents et les rivières, enflés par les pluies, grossissent rapidement, souvent même ils débordent; mais insensiblement, quand les grandes chaleurs viennent, ils diminuent, et bientôt dans leurs lits il ne reste plus qu'une grève à peine humectée par un imperceptible courant. De tous les cours d'eau du territoire d'Alger, un seul, l'Oued-el-Kerma, a son origine dans le massif qui entoure cette ville. Les oueds d'El-Harrach, la Chiffa, l'Oued-Boufarik, l'Oued-Jer et l'Hamise prennent leur source dans les montagnes du Petit-Atlas [GALIBERT. L, 2013]. Parmi ces sources l'eau d'oued Chiffa a été choisie dans notre étude.

A la Commune de Chiffa, le projet d'un système de captage des eaux d'oued d'un volume de 10000 m³ a été initialisé en 2006 mais n'a été lancé qu'à la fin de 2012 à cause de problèmes techniques et financières. Le but de ce projet est d'alimenter les populations de la wilaya de Blida (Chiffa, Blida, Bouarfa...) en eau potable. Le procédé de traitement adopté consiste à une filtration des débris des végétaux.

INTRODUCTION

Ce travail a été basé sur l'étude physico-chimique et bactériologique des eaux de surface d'oued Chiffa à travers :

*l'analyse des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, et

*la détermination de quelques éléments présentant un risque pour la santé publique.

Le manuscrit est divisé en deux parties :

- La première partie, concerne les généralités ainsi que les paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux.
- La deuxième partie, s'intéresse à l'étude expérimentale (matériel et méthodes, les résultats obtenus avec la discussion) et en fin, une conclusion.

SOMMAIRE

RESUME

GLOSSAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION.....01

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE : GENERALITE SUR LES EAUX

1-Cycle de l'eau03

2-Les sources d'eau.....03

 2.1- Eaux de surface03

 2.2- Les eaux souterraines03

3-L'eau et la santé publique04

 3.1- Maladies à transmission hydrique.....04

 3.1.1- Origine bactérienne05

 3.1.2-Origine chimique05

CHPITRE III : LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES DE L'EAU

1- Qualités physique de l'eau06

2-Qualités chimique de l'eau.....07

3-Qualités bactériologique de l'eau.....11

PARTIE EXPERIMENTALE

1- Description du site d'étude.....	14
1.1-Situation géographique	14
1.2- Climatologie de la région	14

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

I- Matériel et méthodes	15
I-1. Choix des stations de prélèvements	15
I.2- Matériel.....	17
I.3- Les méthodes	17
I.3.1- Prélèvement des échantillons.....	17
I.3.2- Analyses physico-chimiques	18
I.3.2.1- Dosage des paramètres physiques	18
I.3.2.2- Dosage des paramètres chimiques	19
I.3.3- Analyses bactériologiques	24
I.3.3.1- Préparation des dilutions de l'eau	24
I.3.3.2- Recherche et dénombrement des coliformes	24
I.3.3.3- Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	26
I.3.3.4- Recherche et dénombrement des spores du <i>Clostridium</i> sulfito-réducteur ..	27
I.3.3.5- Recherche des salmonelles	28
I.3.3.6- Recherche des Vibrions cholériques.....	28

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

1-Résultats et discussion des analyses physico-chimiques	30
2-Résultats et discussion des analyses bactériologiques	42

CONCLUSION.....45

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXE

II. Résultats et discussion

II.1- Paramètres physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées au laboratoire d'ADE, qui consistent à la détermination des différents paramètres pendant quatre mois d'études (Voir annexe n° IV tableau n° 6).

II.1.1- Paramètres physiques

II.1.1.1- La température

D'après la figure 7, les valeurs de la température de nos échantillons de prélèvements relevés au niveau d'oued Chiffa se rapprochent et sont différentes selon un rythme saisonnier avec une valeur globalement comprise entre 17,42 °C au moi de Février et 22,34 °C au mois de Mai et une moyenne de 18,92 °C. Elle est conforme par rapport à la norme d'OMS 2011(25°C).

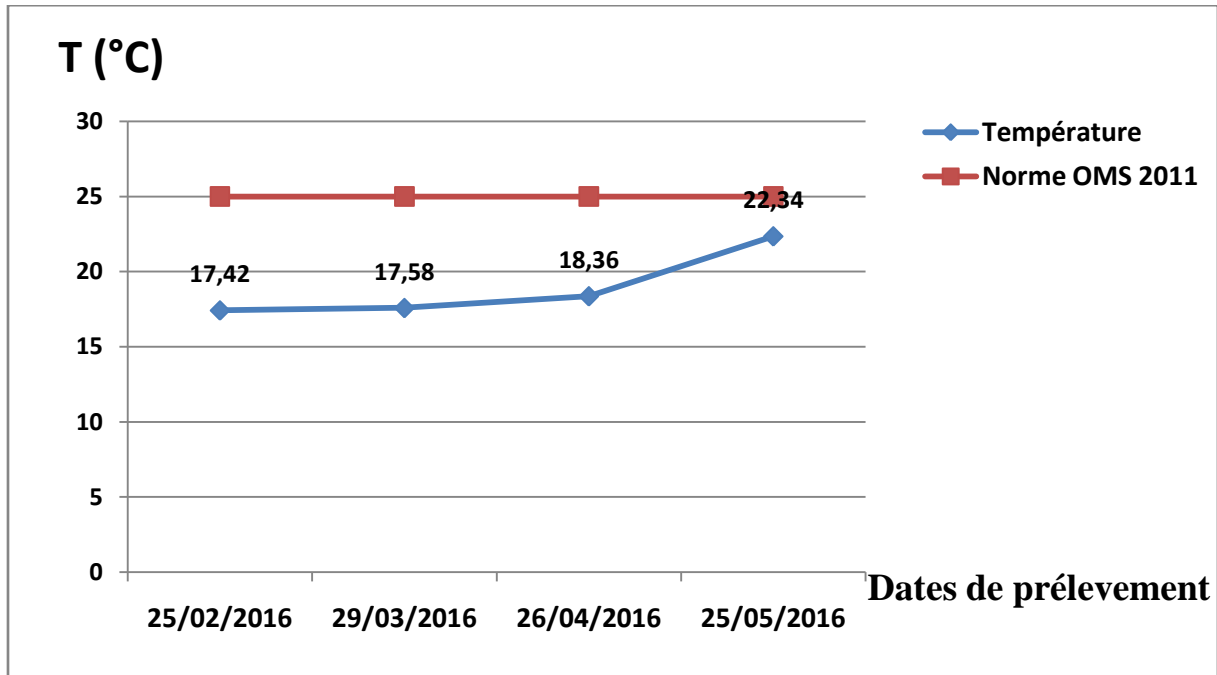


Figure 7 : Variations mensuelles de la température de l'eau d'Oued Chiffa

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 profond. D'une façon générale, la température des eaux est influencée par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes) [RODIER et *al.*1984].

RESULTATS ET DISCUSSION

II.1.1.2- Le pH

Les eaux d'oued Chiffa sont alcalines et dépassent les 7 unités de pH durant toute la période d'étude. Des valeurs du pH ont été enregistrées entre 8,28 et 8,33, ce qui correspond à une alcalinité moyenne. Ils sont conformes à la norme d'OMS (année) (entre 6,5 et 8,5) (Figure 8).

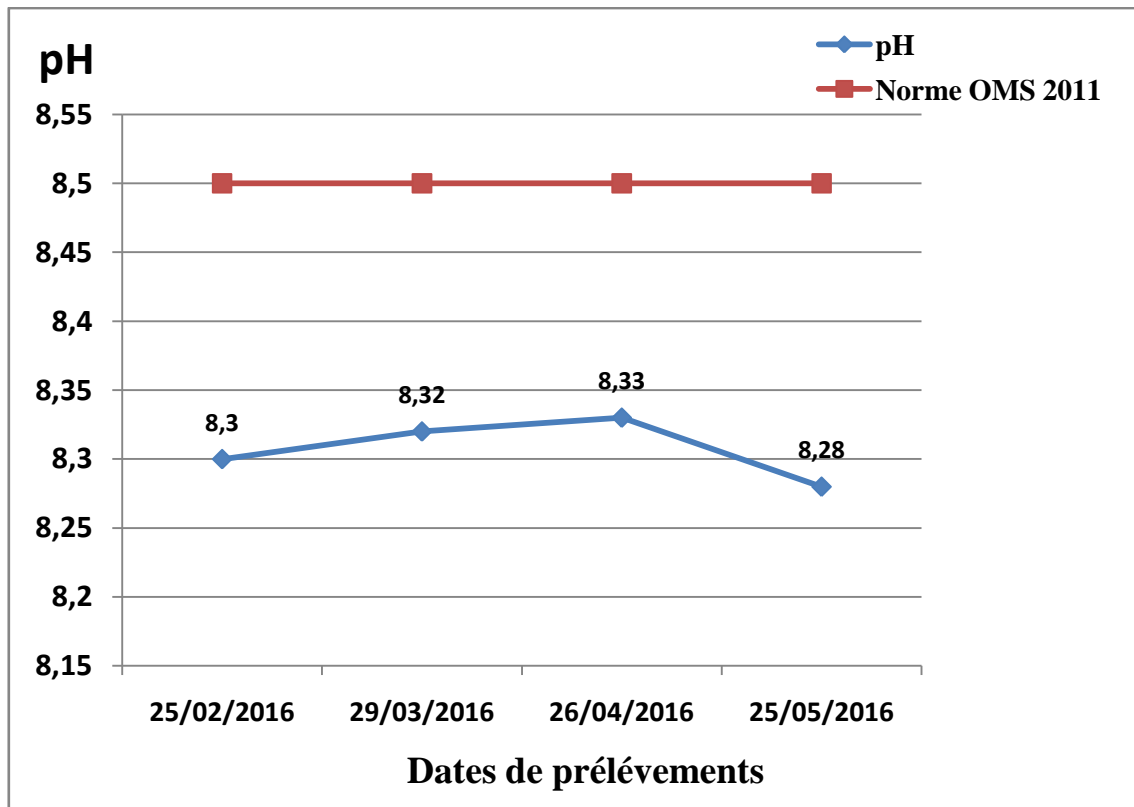


Figure 8 : Variations mensuelles du pH de l'eau d'Oued Chiffa.

Selon CHAPMAN et KIMSTACH, (1996), les valeurs du pH se situent entre 6 et 8,5 dans les eaux naturelles. Les eaux douces présentent des valeurs de pH assez variables en fonction de la température et les activités biologiques (photosynthèse et fermentation). Le pH diminue en présence des teneurs élevées en matière organique et augmente en période d'été, lorsque l'évaporation est importante [MEYBECK et *al.*, 1996].

II.1.1.3- La conductivité électrique

Les eaux de notre zone d'étude ont une conductivité variant entre 563,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 619,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec une moyenne de 592,45 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Donc elle est conforme à la norme d'OMS 2011 (3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

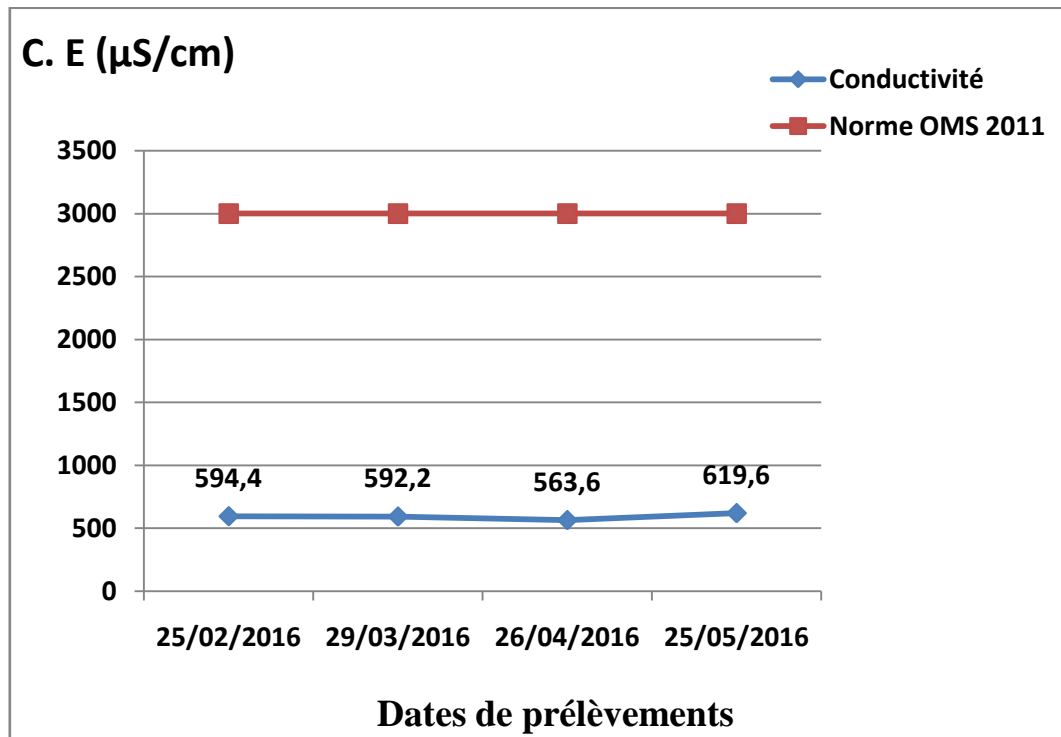


Figure 9 : Variations mensuelles de la conductivité électrique de l'eau d'oued Chiffa.

Selon RODIER *et al.* (2005), les modifications de la conductivité électrique dans les eaux de surface peuvent avoir lieu au cours de l'année et selon les saisons, ceci est en fonction de la température qui influence la solubilité des ions. La mesure de la conductivité permet d'apprécier la quantité de sels dissouts dans l'eau. Elle est en fonction de la température de l'eau et est plus importante quand celle-ci est élevée [RODIER *et al.*, 1984, PESCOD, 1985].

II.1.1.4- La turbidité

La turbidité des eaux de notre site varie de 4,88 NTU à 17,44 NTU avec une moyenne de 11,96 NTU (Figure 11). La turbidité était élevée par rapport à la norme d'OMS (2 NTU), elle est favorisée par la pluviométrie. En effet, en hiver les fortes pentes induisent des vitesses importantes et donc un transport actif de matières fines (sable, graviers) [SATIN et SELMI, 1999]. Surtout au mois de mars où la turbidité atteint 17,44 NTU. Mais la turbidité au mois de mai a été élevée (13,09 NTU) à cause des rejets industriels de la société Chinoise de l'autoroute Nord-Sud.

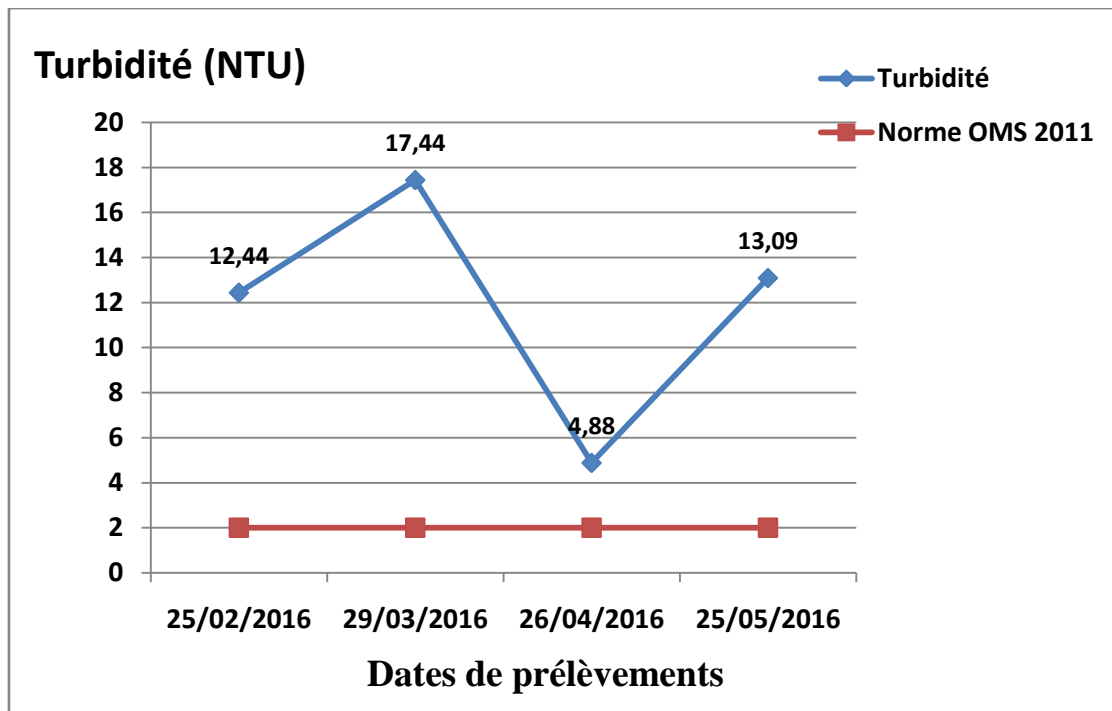


Figure 10 : Variations mensuelles de la turbidité de l'eau d'oued Chiffa.

Selon THIEBLEMONT, (1994), la plus part des eaux superficielles possèdent une turbidité importante et leur consommation directe est impossible. Il faut les clarifier, soit par décantation, soit par addition de coagulant, soit par filtration, ou encore par combinaison de ces différents procédés. D'après BEHAR, (1997), la turbidité est une mesure qui permet d'identifier les particules en suspension dans l'eau et qui peuvent nuire à sa clarté. C'est un indicateur important d'érosion, en générale la turbidité augmente fortement pendant et après une pluie.

RESULTATS ET DISCUSSION

II.1.1.5- Le Résidu sec

La figure 11 montre que, les eaux d'oued Chiffa ont un résidu sec variant entre 252 mg/l et 402 mg/l avec une moyenne de 361 mg/l. Nous avons observé une stabilisation du résidu sec au mois de février et mars (402 mg/l), après on a enregistré une diminution au mois d'avril (252 mg/l) à cause de la diminution de la conductivité électrique (Figure8). Mais, au mois de mai on a enregistré une augmentation du résidu sec (388 mg/l) qui peut être expliqué par l'augmentation de la température qui permet d'apprécier la minéralisation de l'eau.

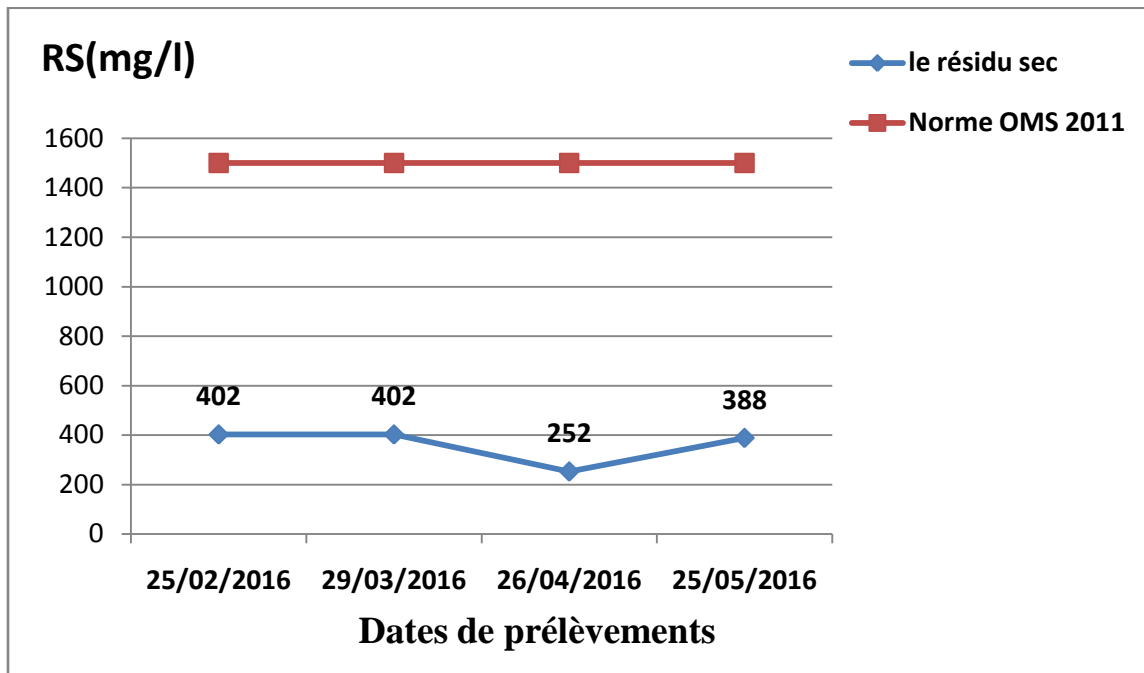


Figure 11 : Variations mensuelles du résidu sec de l'eau d'oued Chiffa.

Selon POTELON et ZYSMAN (1998), les teneurs en extrait sec sont liées à la conductivité et sont influencées aussi par la température.

RESULTATS ET DISCUSSION

II.1.2- Paramètres chimiques

II.1.2.1- Les nitrites (NO_2^-)

D'après la figure 12, les concentrations des nitrites observées sont faibles et ne dépassant pas 0,05 mg/l. Donc, ces résultats sont conformes à la norme d'OMS 2011 (0,1 mg/l).

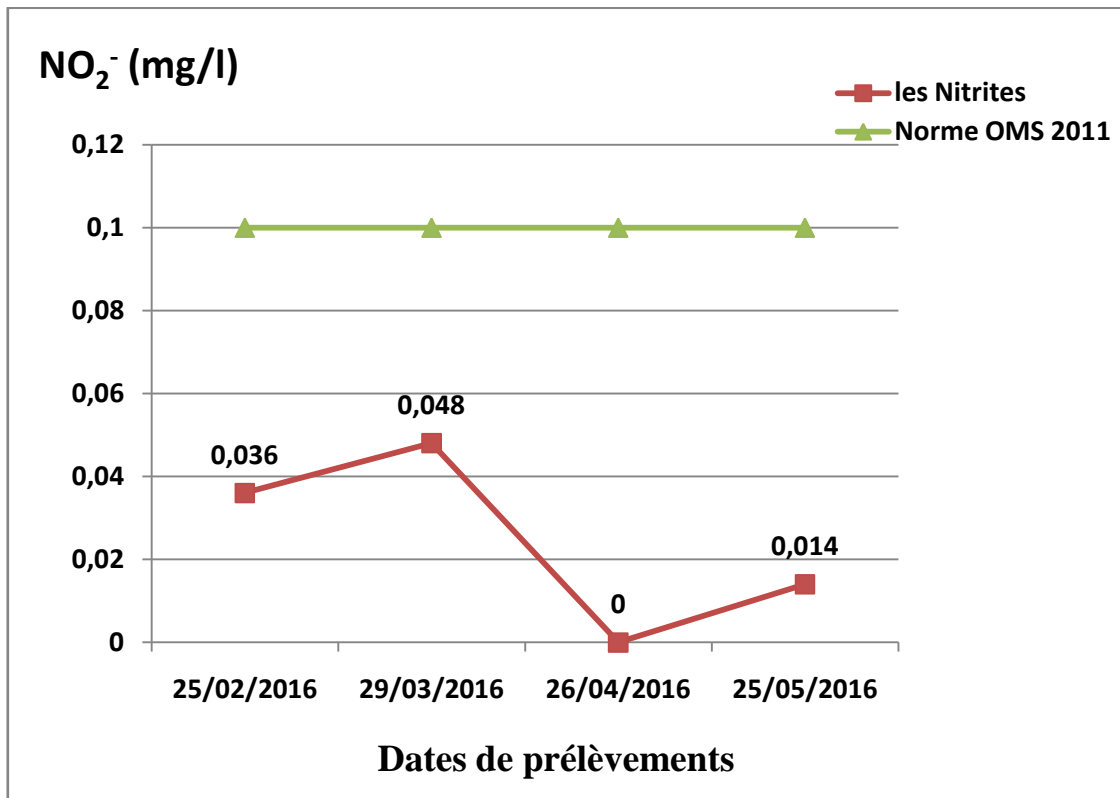


Figure 12 : Variation mensuelles de nitrites de l'eau d'oued Chiffa.

Selon CORNAZ (2004), les nitrites sont présents en faibles teneurs dans les eaux de surface et une concentration supérieure à 0,1 mg/l ne devrait pas être dépassée dans une eau d'origine profonde.

RESULTATS ET DISCUSSION

II.1.2.2- Les nitrates (NO_3^-)

D'après la figure 13, on remarque que les teneurs moyennes en nitrates des eaux d'oued Chiffa sont de 0,94 mg/l avec un minimum de 0,13 mg/l et un maximum de 1,38 mg/l. Ces valeurs sont faibles, jugées acceptables et inférieures par rapport aux normes d'OMS 2011 de qualité des eaux superficielles (50 mg/l), ce qui ne reflète pas une pollution.

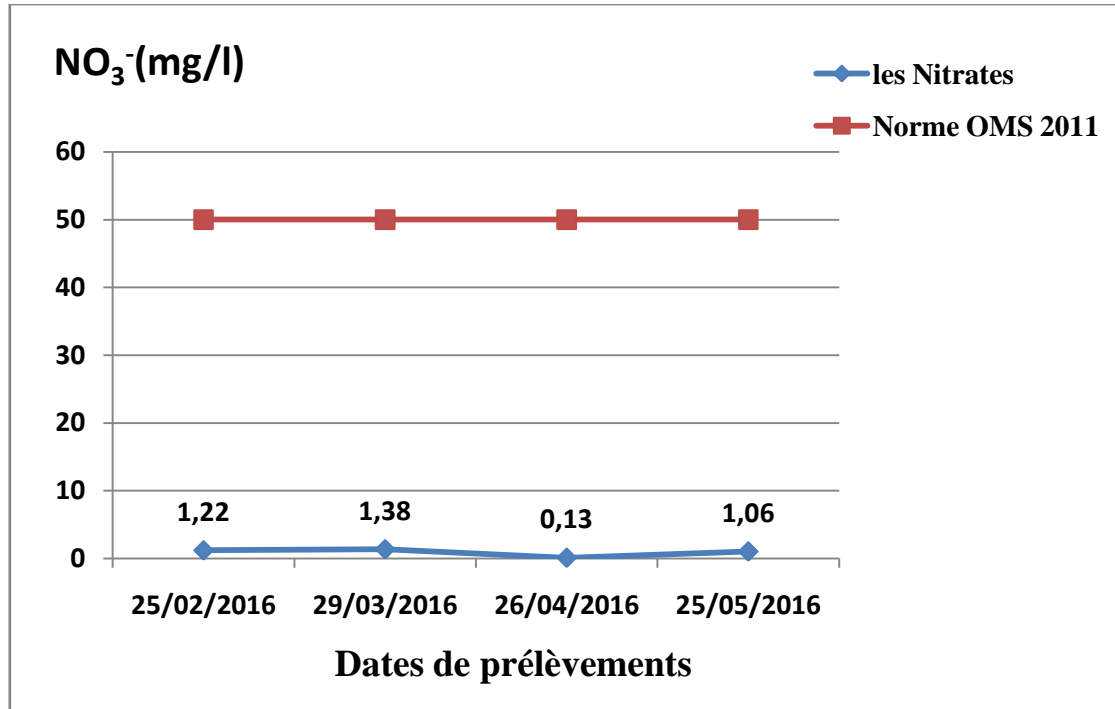


Figure 13 : Variation mensuelles de nitrates de l'eau d'oued Chiffa.

Selon TARDAT et BEAUDRY (1992), les nitrates contenus dans les engrais sont entraînés par les eaux de ruissellements. Ils proviennent des rejets des collectivités et occasionnellement de certaines industries, des élevages et des eaux de pluies [IGBINOSA et OKOH, 2009].

II.1.2.3- Les phosphates (PO_4^{3-})

D'après nos résultats, les concentrations de phosphore sont très faibles ($< 0,01$ mg/l) dans les eaux de notre site d'étude.

Les teneurs faibles en phosphates peuvent empêcher le développement des algues dans les ouvrages de stockage d'eau (châteaux) comme dans les conduits du réseau [RODIER et al., 1996]. C'est un élément de base des acides nucléiques ADN et ARN [CLAUDE et al. 1998]. Il représente un élément biogène indispensable à la croissance des algues. Les teneurs élevées de cet élément dans les eaux de surface peuvent entraîner leur eutrophisation [VILAIN, 1989].

RESULTATS ET DISCUSSION

II.1.2.4- La matière organique (MO)

D'après la figure 14, les teneurs en matières organiques dans les eaux varient entre 1,64 et 6,08 mg/l. On observe que les valeurs obtenues au mois de février (6,08 mg/l) et de mars (6,4 mg/l) ont dépassée la norme d'OMS 2011 (5 mg/l) due à une pollution durant ces deux mois. Par contre, les deux autres mois (avril et mai) on remarque une diminution de la MO (3,82 mg/l et 1,64 mg/l) à cause d'une augmentation de la température. Donc, elle devient conforme à la norme d'OMS 2011 (5 mg/l).

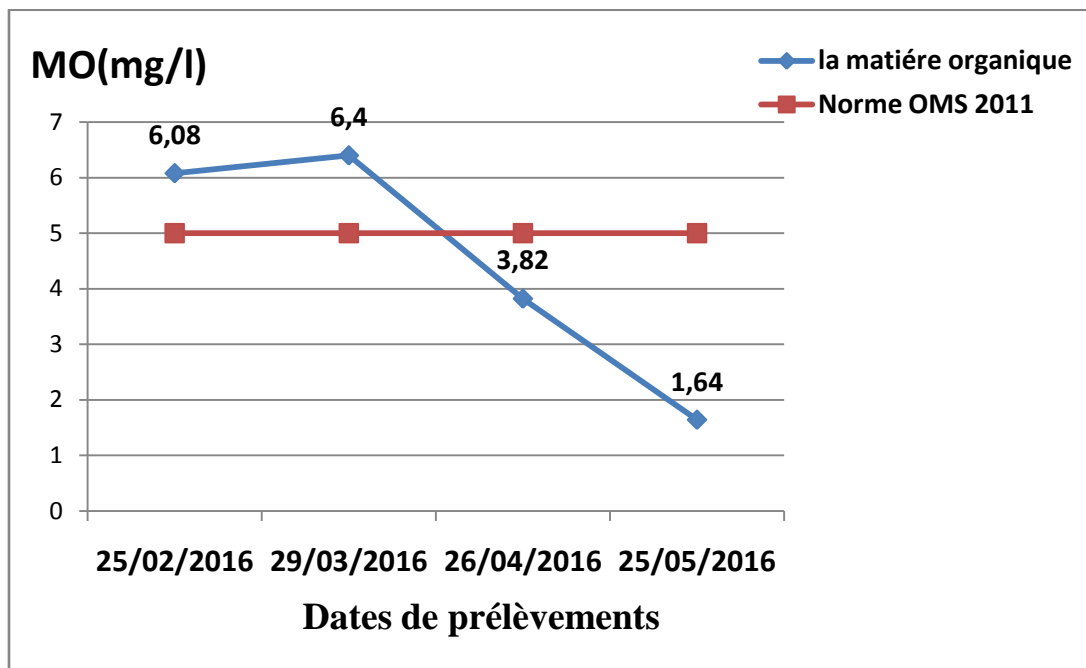


Figure 14: Variations mensuelles de la matière organique de l'eau d'oued Chiffa.

Selon NKAMBULE et *al.* (2008), dans les eaux naturelles les matières organiques proviennent naturellement de la décomposition de la flore et de la faune aquatique.

RESULTATS ET DISCUSSION

II.1.2.5- Les sulfates (SO_4^{-2})

D'après la figure 15, les teneurs en sulfates dans les eaux superficielles d'oued chiffa varient entre 68,94 et 81,6 mg/l avec une moyenne générale de 75,36 mg/l. Ces valeurs sont faibles et inférieures aux normes d'OMS 2011 (250 mg/l).

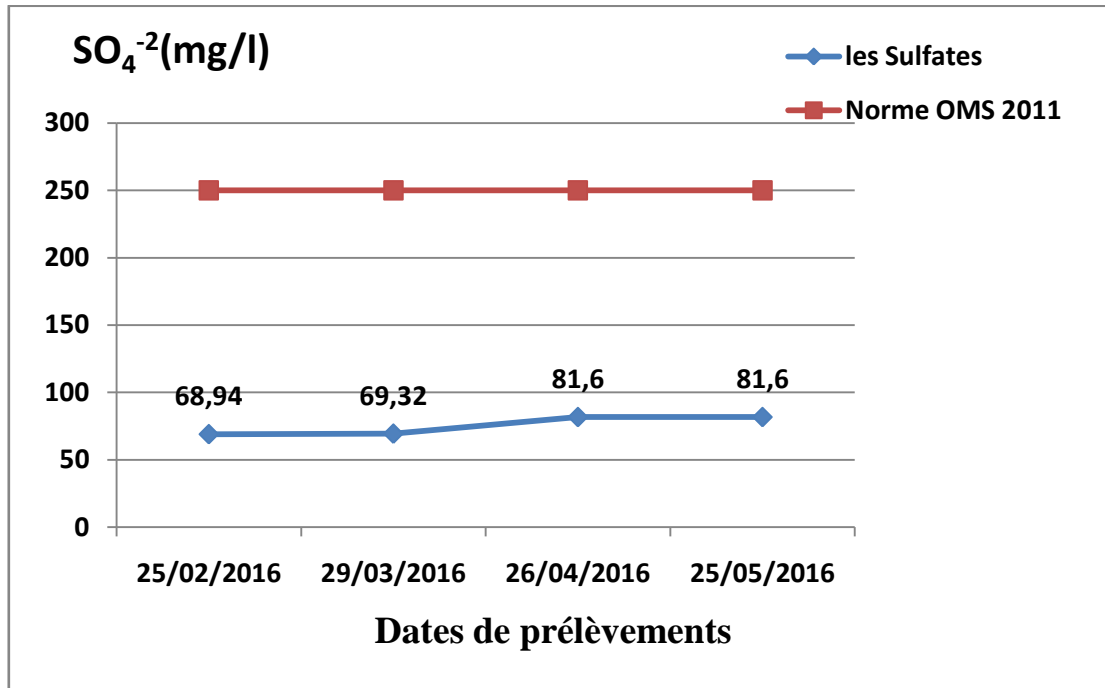


Figure 15 : Variations mensuelles de sulfates de l'eau d'oued Chiffa.

Selon FALL (2007), la concentration en sulfate dans les eaux naturelles est très variable, elle dépend du terrain traversé.

RESULTATS ET DISCUSSION

II.1.2.6- Les Chlorures (Cl⁻)

La figure 16, montre que les teneurs en Chlorures des eaux de surface d'oued Chiffa varient entre 22,39 et 24,81 mg/l. Elles sont inférieures et faibles aux normes d'OMS 2011 (250 mg/l).

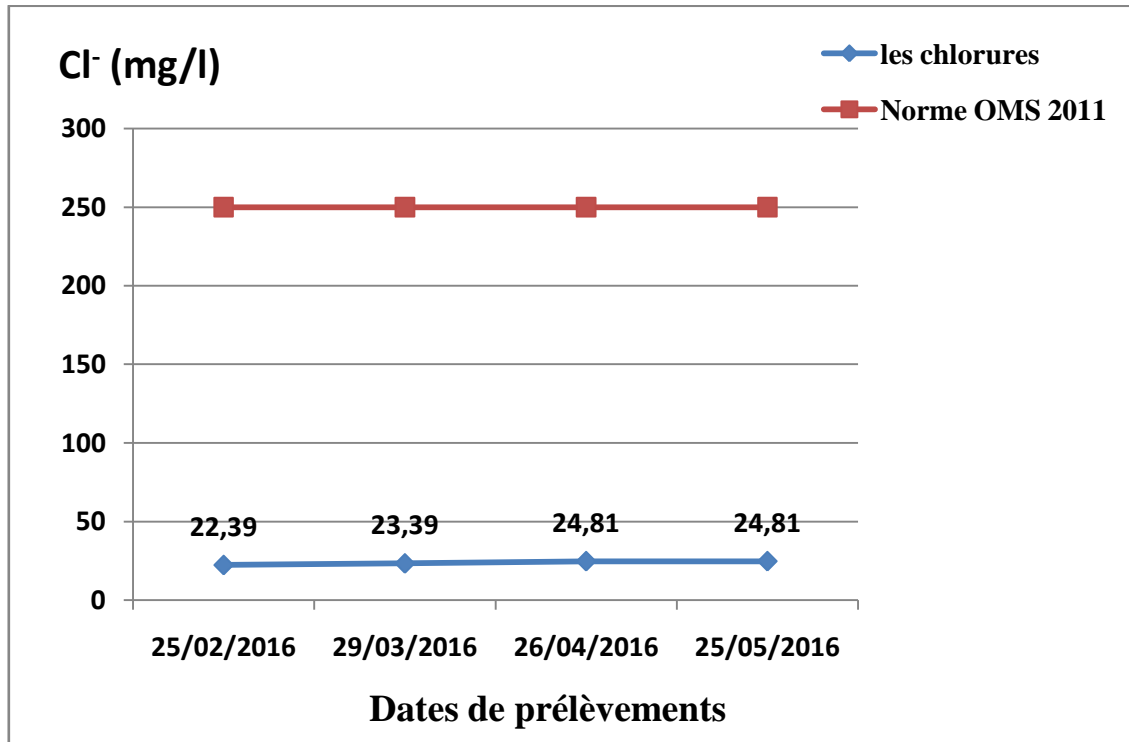


Figure 16 : Variations mensuelles de chlorures de l'eau d'oued Chiffa.

Selon POTELON et ZYSMAN (1998), les teneurs en Chlorure sont faibles dans les eaux de surface, cela est lié à la nature géologique des terrains traversés. La pollution apporte aux eaux de surface des quantités appréciables de Chlorure, les excréments humains en particulier l'urine sont riches en Chlorures [TARDAT et BEAUDRY, 1992].

II.1.2.7- L'ammonium (NH₄⁺)

L'analyse des résultats, montre que les teneurs faibles et presque les mêmes (< 0,01 mg/l) sauf au mois de mars qui est de 0,12 mg/l, mais sont conformes à la norme d'OMS 2011 (2 mg/l).

L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir comme origine la dégradation incomplète de la matière organique animale ou végétale [DDASSIF, 2000]. Selon TARDAT et BEAUDRY (1992), la teneur en azote ammoniacal dans les eaux naturelles devrait être relativement faible puisque l'ammoniac est oxydé graduellement en nitrite et en nitrate.

RESULTATS ET DISCUSSION

II.1.2.8- La dureté (TH)

Les valeurs indiquées dans la figure 17, sont relativement élevées et supérieures à la norme d'OMS 2011 (200 mg/l), l'eau a une caractéristique très dure.

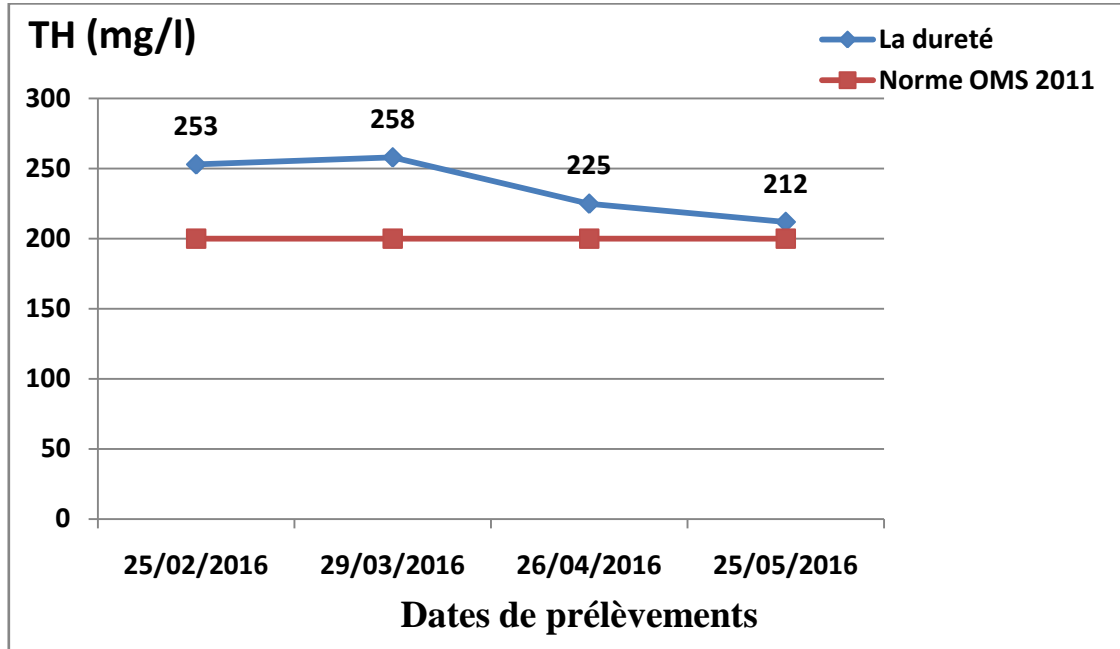


Figure 17 : Variations mensuelles de la dureté de l'eau d'oued Chiffa.

Selon RODIER *et al.* (1996), les eaux provenant de terrain calcaire et surtout gypseux peuvent avoir des duretés très élevées susceptibles d'atteindre 1000 mg CaCO₃/l. La dureté ou Titre Hydrotimétrique (TH) d'une eau est la concentration totale en ions calcium, magnésium de cette eau.

RESULTATS ET DISCUSSION

II.1.2.9- La dureté calcique (TH_{Ca})

D'après la figure 18, les valeurs de calcium enregistrées pour l'eau de surface d'oued Chiffa varient entre 50,6 mg/l et 89,76 mg/l avec une moyenne de 55,44 mg/l. Ces teneurs en calcium sont conformes aux normes d'OMS 2011 (100 mg/l).

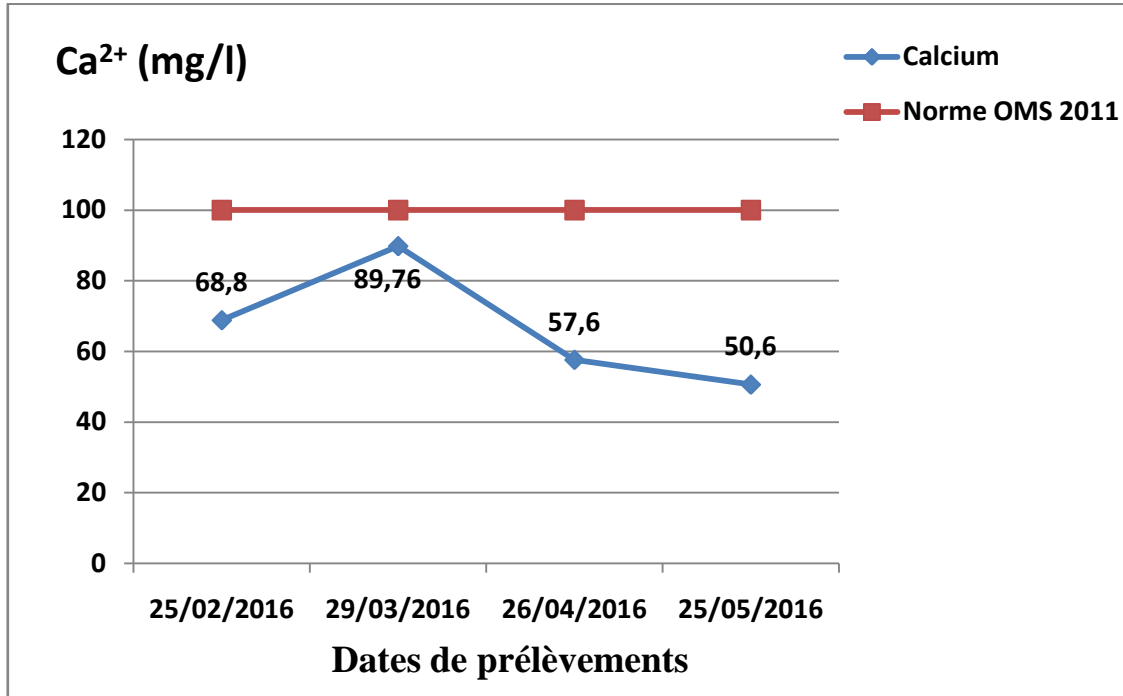


Figure 18 : Variations mensuelles de calcium de l'eau d'oued Chiffa.

Selon DUSSART (1966), le calcium est un alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature, et en particulier dans les roches calcaires sous forme de bicarbonate de calcium.

RESULTATS ET DISCUSSION

II.1.2.10- la dureté magnésienne (TH_{Mg})

D'après la figure 19, les valeurs de magnésium des eaux de surface d'oued Chiffa varient entre 19,44 et 20,52 mg/l avec une moyenne de 19,81 mg/l. Ces teneurs sont inférieures aux normes d'OMS 2011 (50 mg/l).

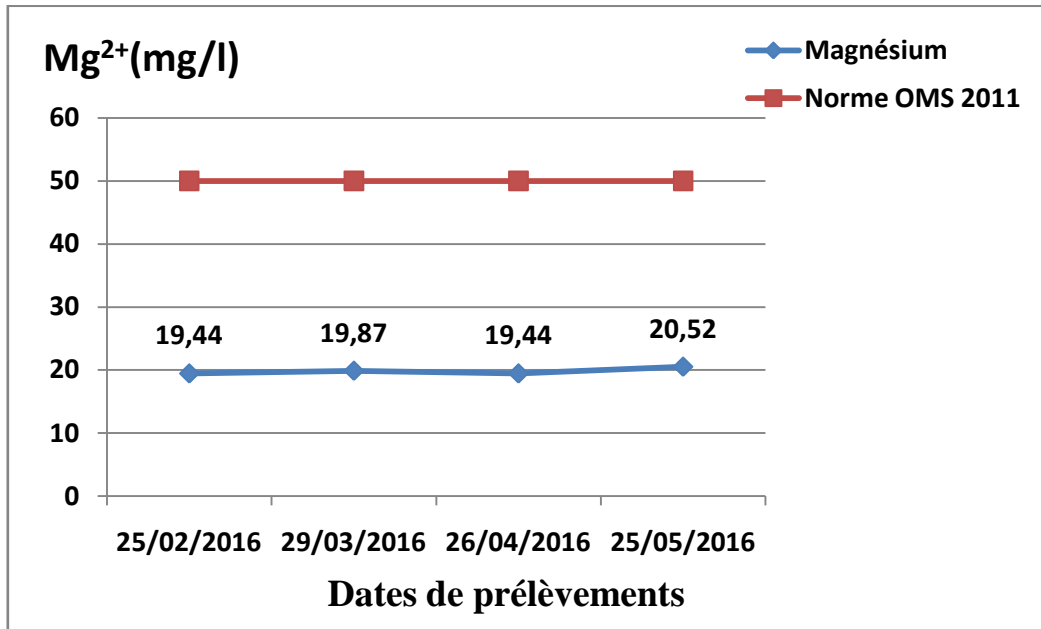


Figure 19 : Variations mensuelles de magnésium de l'eau d'oued Chiffa.

Le calcium et le magnésium sont des éléments indispensables à la vie, ils nous renseignent sur la productivité de l'eau, et jouent un rôle dans la respiration et la photosynthèse. Ils peuvent être d'origine naturelle (dissolution des roches) ou industrielle provenant de l'industrie de brasserie [GAUJOURS, 1995].

II.2- Paramètres bactériologiques

Afin de pouvoir interpréter nos résultats, nous avons établis la figure 20 qui regroupent tous les germes étudiés, en indiquant le nombre de chaque germe présent dans les quatre dates de prélèvements (février, mars, avril, mai).

RESULTATS ET DISCUSSION

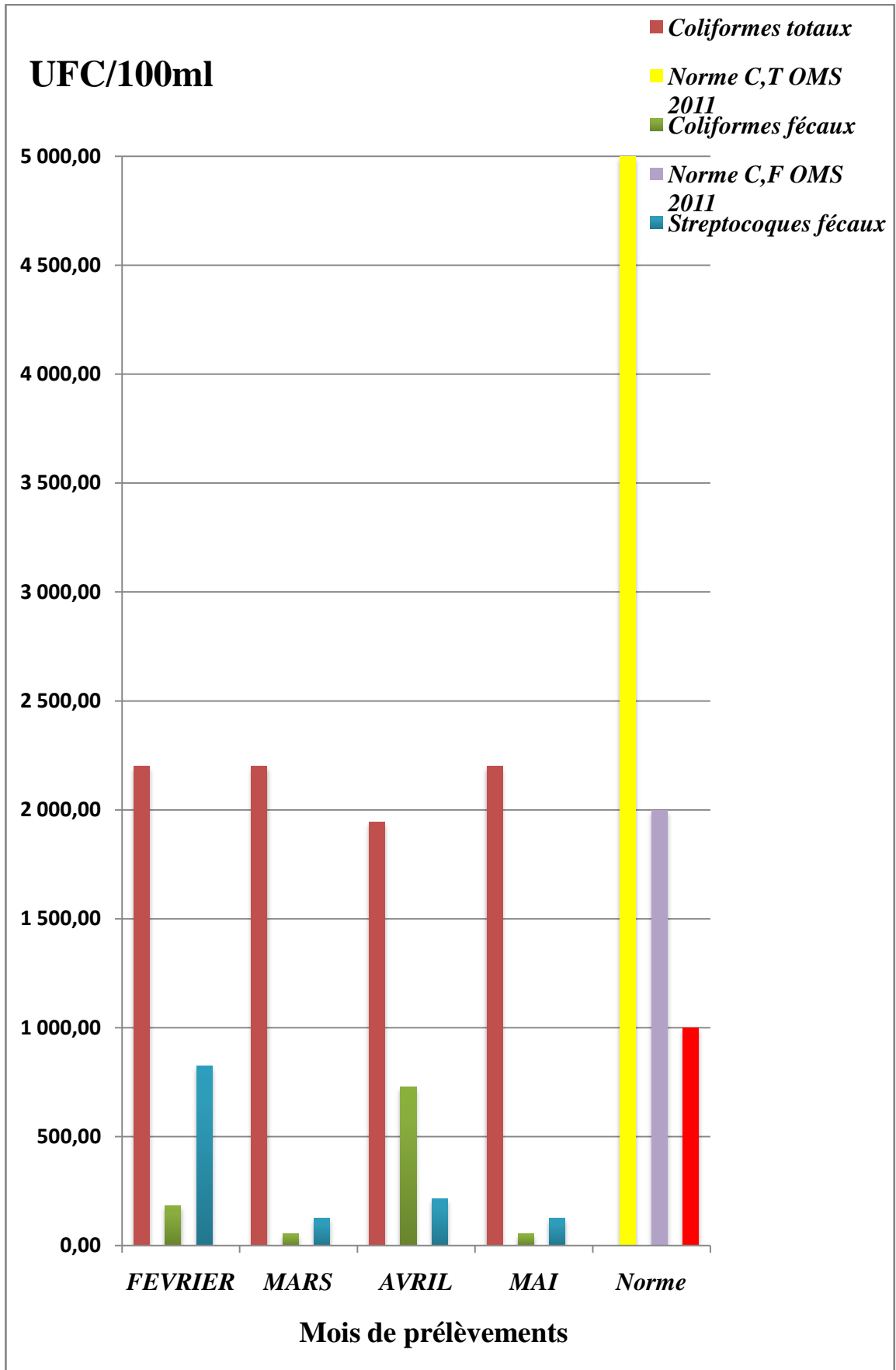


Figure20 : Variations mensuelles des bactéries recensées dans les eaux d'oued Chiffa.

RESULTATS ET DISCUSSION

D'après les figures 20, on remarque que le nombre de germe dans les eaux d'oued Chiffa varient entre 1944 et 2200 UFC/100 ml pour les coliformes totaux, de 54 à 727,2 UFC/100 ml pour les coliformes fécaux et de 123,8 à 825,2 UFC/100 ml pour les streptocoques fécaux.

D'après nos analyses, nous avons noté une absence totale de **Clostridium sulfito-réducteurs**, **Salmonelles** et **Vibrion cholérique**.

Ces résultats sont conformes aux normes de qualité des eaux superficielles et permettent de placer les eaux d'oued Chiffa dans la classe **IB** selon la grille de la qualité des eaux de surface (tableau 05 en annexe n° IV).

*Détermination de l'origine de la contamination fécale (BORREGO et ROMERO, 1982)

L'examen du rapport CF/SF est généralement considéré comme un bon indicateur de l'origine de la pollution fécale [AIT BOUGHROUS, 2007].

Tableau n°07 : Détermination de l'origine de la contamination fécale à partir du rapport CF/SF :

Rapport CF/SF	Origine de la contamination
CF/SF < 0,7	Principalement ou entièrement d'origine animale
0,7 < CF/SF < 1	Mixte à prédominance animale
1 < CF/SF < 2	Origine incertaine
2 < CF/SF < 4	Mixte à prédominance humaine
CF/SF > 4	Source exclusivement humaine

[BORREGO et ROMERO, 1982]

Selon le tableau 7, on détermine l'origine de la contamination fécale des eaux superficielles d'oued Chiffa comme l'indique le tableau suivant :

Dates de prélèvements	CF/SF	Origine de la contamination
25/02/2016	0,22	Animale
29/03/2016	0,43	Animale
26/04/2016	3,37	Mixte à prédominance humaine
25/05/2016	0,43	Animale

RESULTATS ET DISCUSSION

Le rapport CF/SF trouvé montre que la contamination fécale des eaux d'oued Chiffa est d'origine animale.

En conclusion, si l'on tient compte de la grille utilisée par l'agence du bassin-Adour-Garonne (France) concernant la classification de la qualité des eaux de rivières, celle d'oued Chiffa serait dans ce cas à la classe ***1 B*** [DEGREMONT, 1989]. Donc cette eau a une qualité bonne.

CONCLUSION

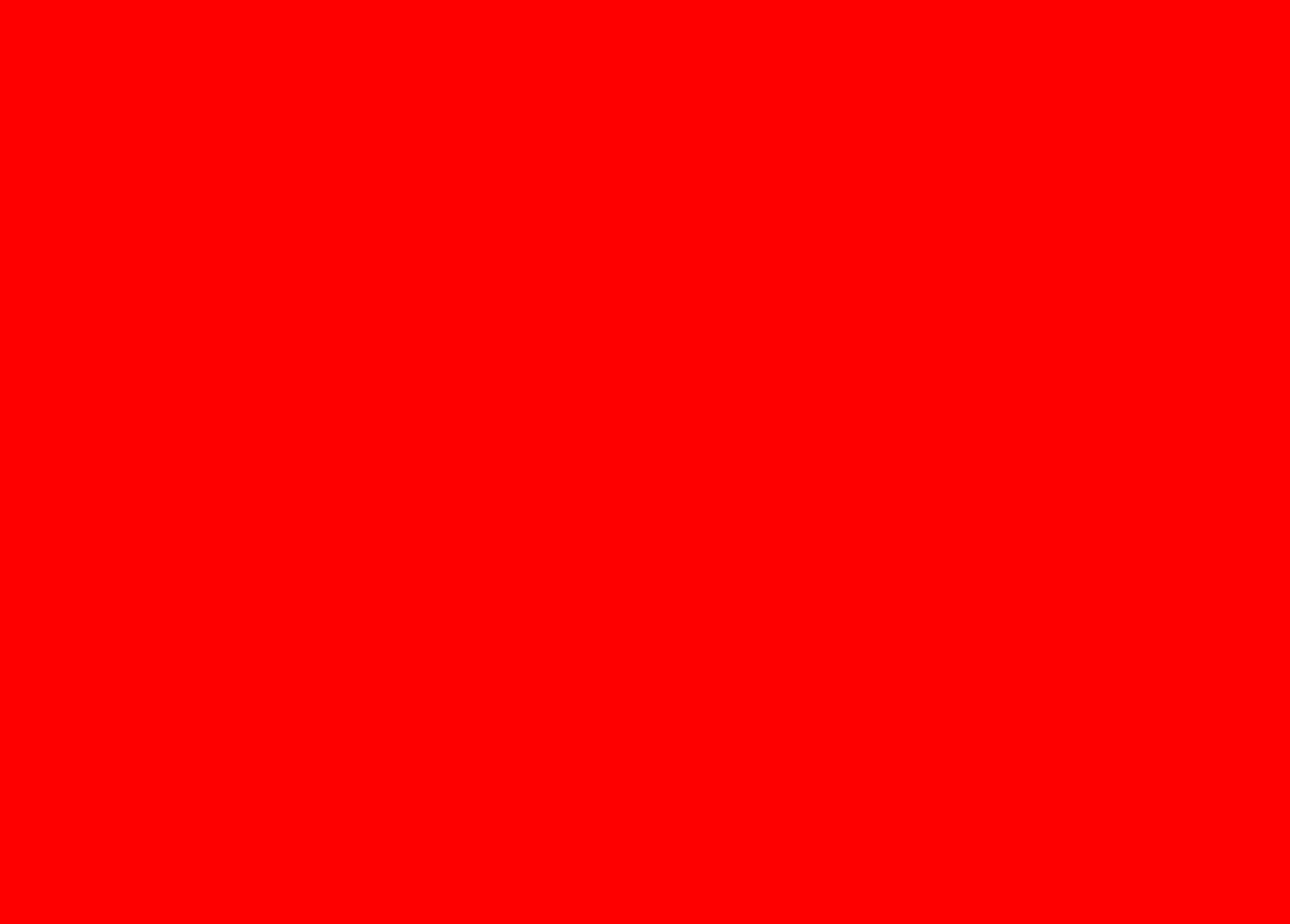
L'étude de la qualité des eaux de surface d'oued Chiffa évaluée à travers l'analyse de différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques, montre que ces eaux ont une turbidité (**11,96 NTU**) et une dureté élevées (**237 mg/l**) avec des teneurs faibles en phosphates (< **0,01**), nitrates (**0,94mg/l**), nitrites (**0,027mg/l**), ammonium (< **0,01mg/l**) et sulfates (**75,36mg/l**). La matière organique présente des teneurs variables en fonction de la température. Cette dernière lorsqu'elle augmente, accélère le processus de la dégradation de la matière organique par la flore bactérienne. Les eaux d'oued Chiffa sont alcalines (le **pH** ne dépassent pas **8,5**).

Les valeurs des paramètres bactériologiques de ces eaux ne dépassent pas les normes d'OMS 2011, elles sont plus ou moins satisfaisantes (avec une absence totale des germes pathogènes).

L'évolution des différents paramètres durant la période d'étude montre l'influence des facteurs abiotiques (température, pluviosité), l'érosion des sols, et biotiques (les micro-organismes et leurs métabolismes), les déchets, et les rejets de l'homme qui est l'agent principal de la pollution.

Les résultats obtenus permettent de classer les eaux d'oued Chiffa dans la **classe 1b** (qualité légèrement moindre, ces eaux peuvent néanmoins satisfaire tous les usages).

Selon les normes des eaux d'alimentation, les valeurs trouvées classent les eaux d'oued Chiffa non conformes pour la consommation humaine sans traitement préalable. Donc, il s'agit d'un traitement normal physique et d'autre chimique et une désinfection doit être introduite pour assurer sa potabilité.





Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Blida I

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Physiologie Cellulaire

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master II

Option : Restauration des Milieux Aquatiques Continentaux

Filière : Sciences Biologiques Marines et Continentales

**L'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de
l'oued Chiffa (Commune de Chiffa Wilaya de Blida)**

BERRABHA KHELIFA

INTRODUCTION

MATERIEL ET METHODES

DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE ET CHOIX DES STATIONS DE PRELEVEMENTS

MATERIEL

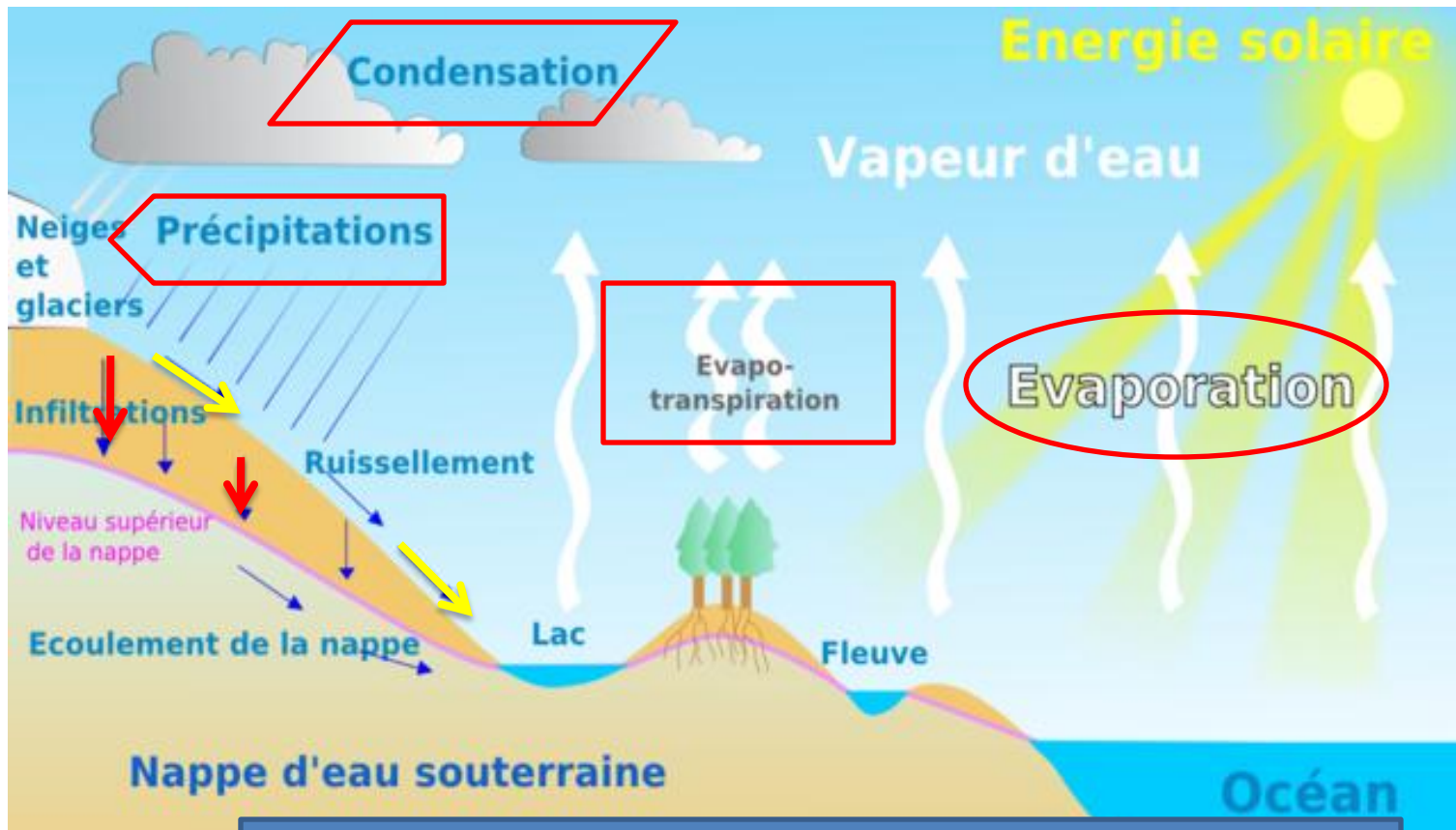
ECHANTILLONNAGE, MODE ET FREQUENCE DE PRELEVEMENT

METHODES D'ANALYSE

RESULTATS ET DISCUSSION

CONCLUSION

L'eau constitue la vie pour tous les êtres vivants



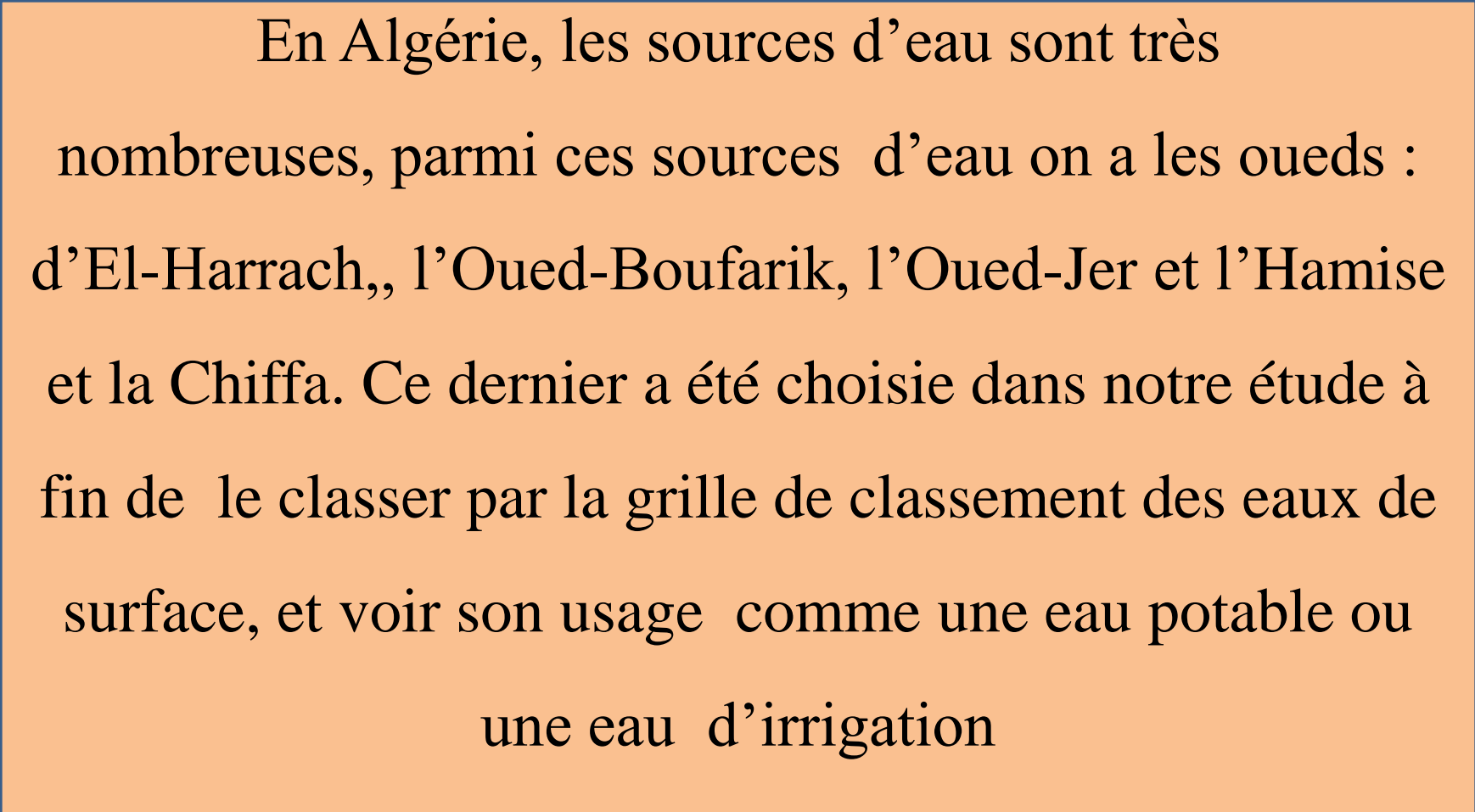
Le cycle de l'eau dans la nature

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

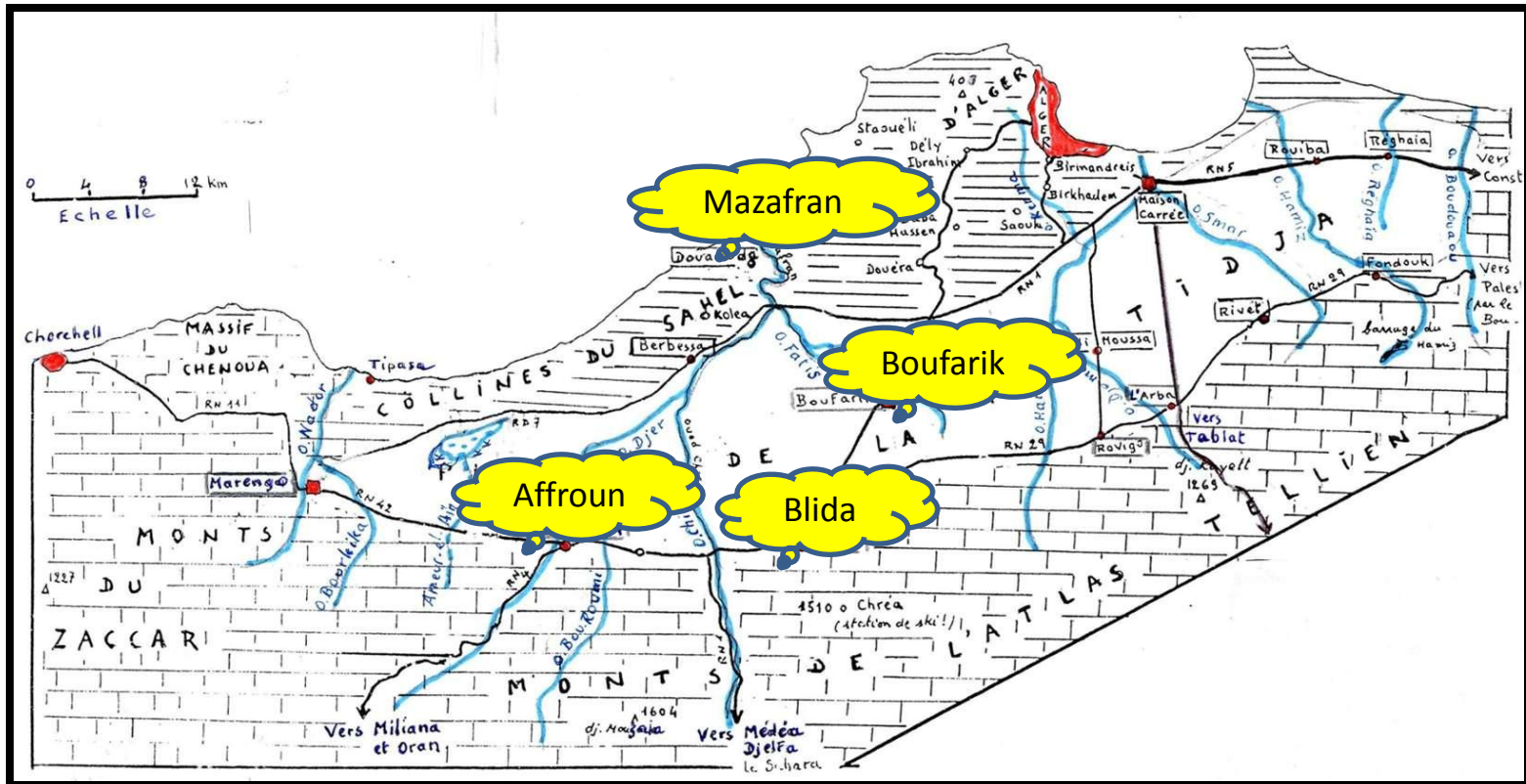
CONCLUSION



En Algérie, les sources d'eau sont très nombreuses, parmi ces sources d'eau on a les oueds : d'El-Harrach,, l'Oued-Boufarik, l'Oued-Jer et l'Hamise et la Chiffa. Ce dernier a été choisie dans notre étude à fin de le classer par la grille de classement des eaux de surface, et voir son usage comme une eau potable ou une eau d'irrigation



Description de la zone d'étude



Localisation géographique de l'oued Chiffa

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

Choix des stations de prélèvement



Aperçu du plan de travail

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION



ECHANTILLONNAGE, FREQUENCE DE PRELEVEMENT

Analyses	Quantité	Fréquence
Physico-chimiques	1000ml	Un prélèvement chaque mois dans les cinq stations pendant 04 mois (en globale de 20 prélèvements)
Bactériologiques	250ml	

Aperçu du plan de travail

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION



Flacon en bouteille de 250ml



Flacon en plastique de 1000ml



Glacière à base de 4°C



Laboratoire d'analyse

Aperçu du plan de travail

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

METHODES D'ANALYSE

Physico-chimique

Physique

Paramètres

Méthodes

Pollution

Chimiques

Paramètres

Méthodes

Unités

Normes

Paramètres	Méthodes	Unités	Normes
Azote ammoniacal	Titrimétrique	Un pH-mètre	ISO 5664
Calcium	Titrimétrique	Un conductimètre	ISO 7890/B
Nitrate	Colorimétrique	Mg/l	ISO 10471
Magnésium	Colorimétrique	Mg/l	ISO 6059
Nitrite	Turbidité	Un turbidimètre	ISO 6059
Dureté		Mg/l	
Phosphate	Gravimétrique		ISO 6878/1
Chlorure	Méthode de MOHR		ISO 9297
Matière organique	Oxydabilité au permanganate		ISO 8467

Aperçu du plan de travail

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

Bactériologique

Germes de contamination fécale

ASR

- Ensemencement en masse
sur Viande foie
 - 37°C
 - Lecture

Aperçu du plan de travail

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

Bactériologique

Germes pathogènes

Vibron cholérique

Enrichissement sur EPA
Isolement sur GNAB
37°C
Lecture

Aperçu du plan de travail

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

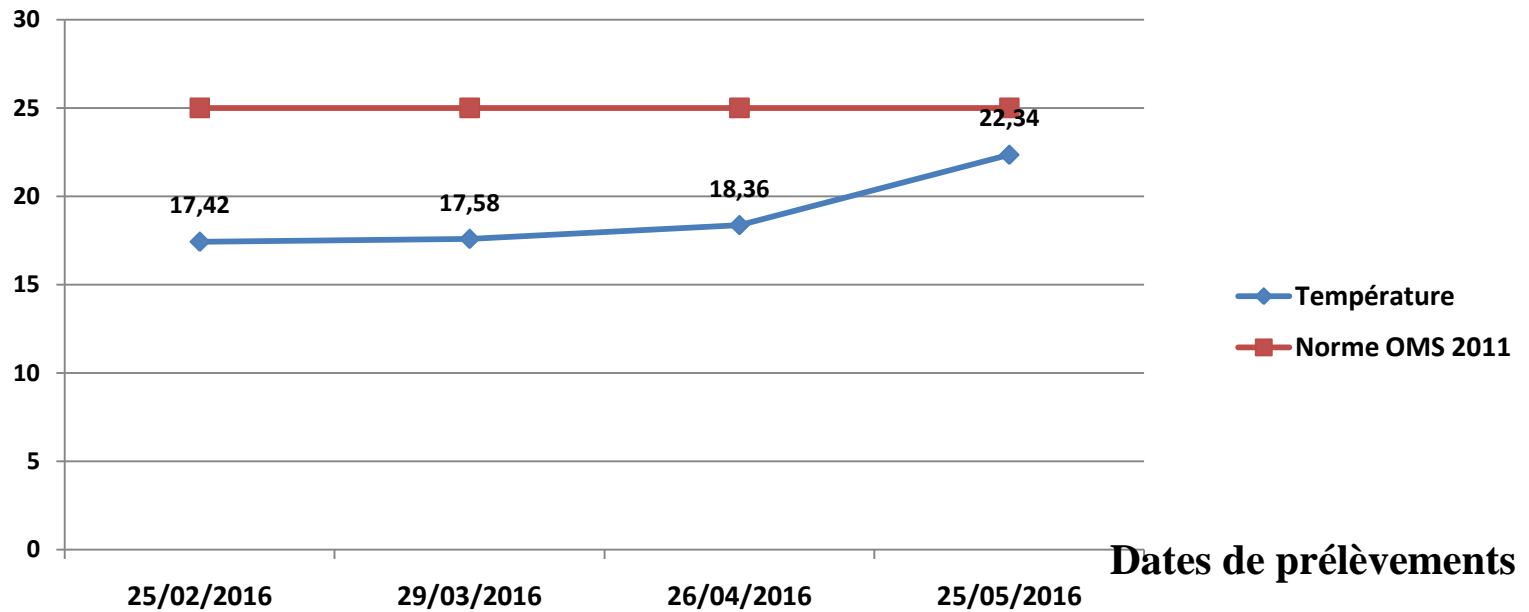
RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres physiques

T (°C)



Variations mensuelles de la température de l'eau d'oued Chiffa

INTRODUCTION

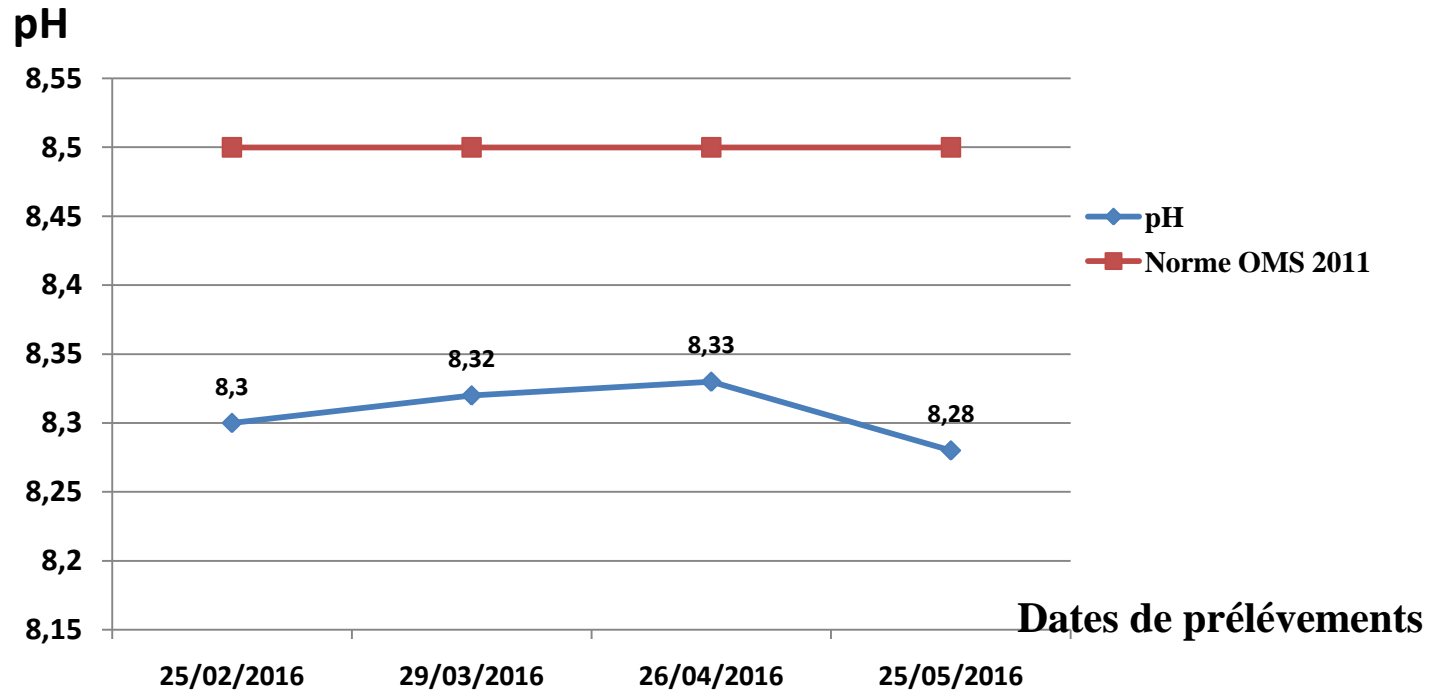
MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres physiques



Variations mensuelles de Ph de l'eau d'oued Chiffa

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

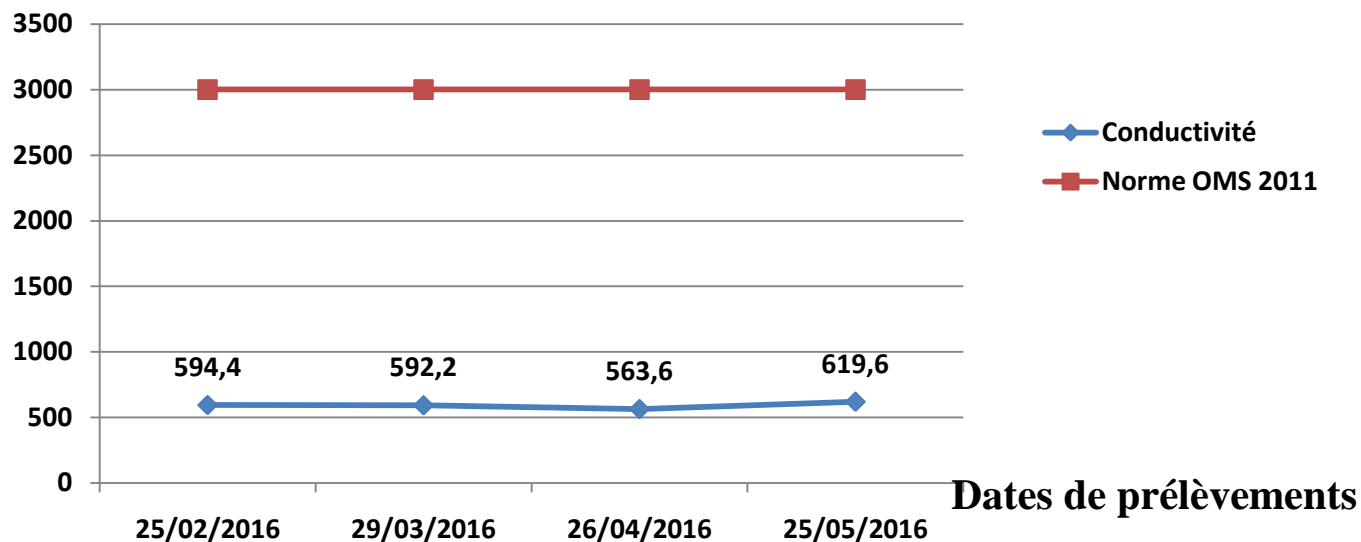
RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres physiques

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



Variations mensuelles de la conductivité électrique de l'eau d'oued Chiffa

Aperçu du plan de travail

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

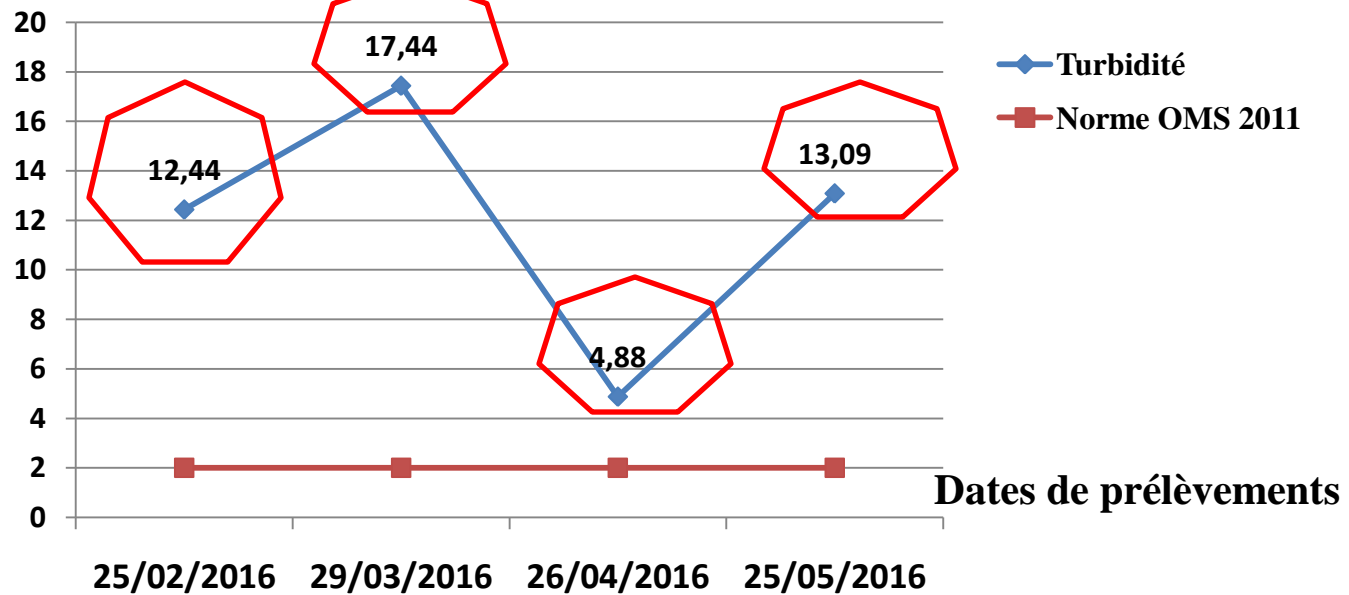
RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres physiques

Turbidité (NTU)



Variations mensuelles de la Turbidité de l'eau d'oued Chiffa

Aperçu du plan de travail

INTRODUCTION

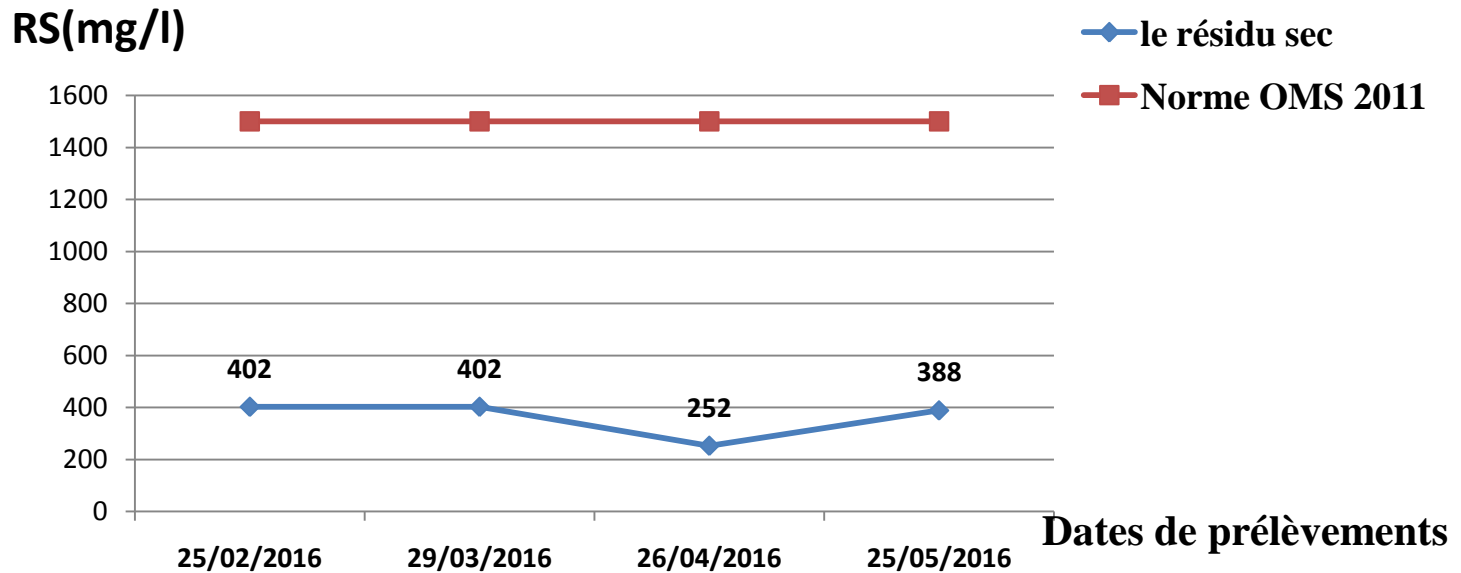
MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres physiques



Variations mensuelles de le Résidu sec de l'eau d'oued Chiffa

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

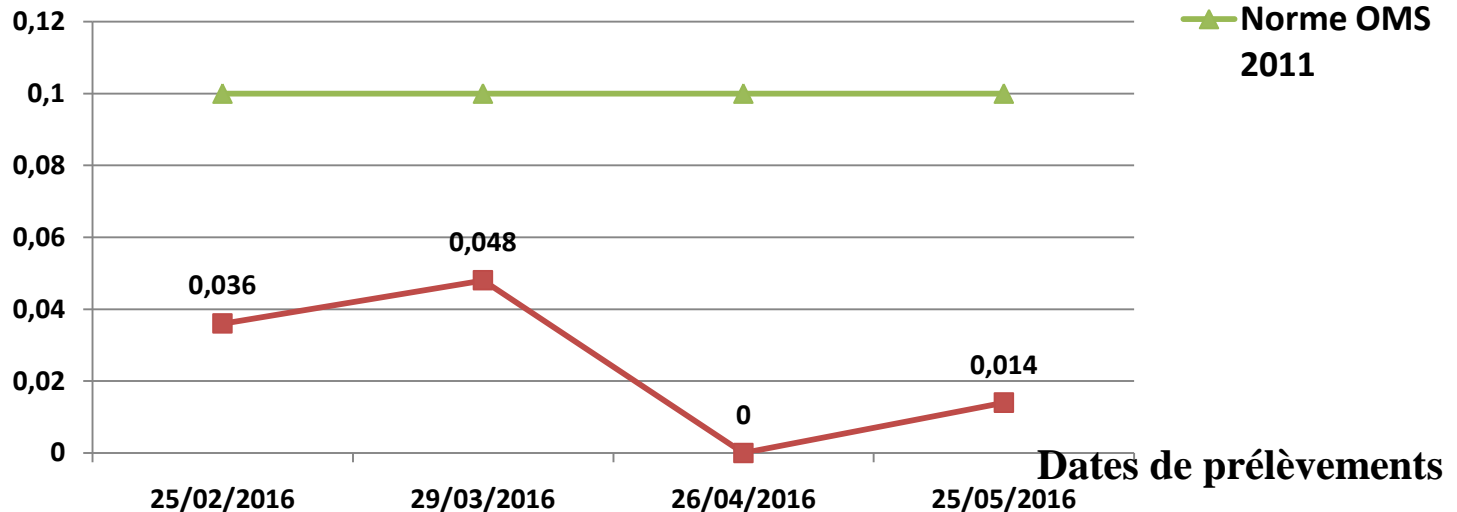
RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres chimiques

NO_2^- (mg/l)



Variations mensuelles de Nitrites de l'eau d'oued Chiffa

Aperçu du plan de travail

INTRODUCTION

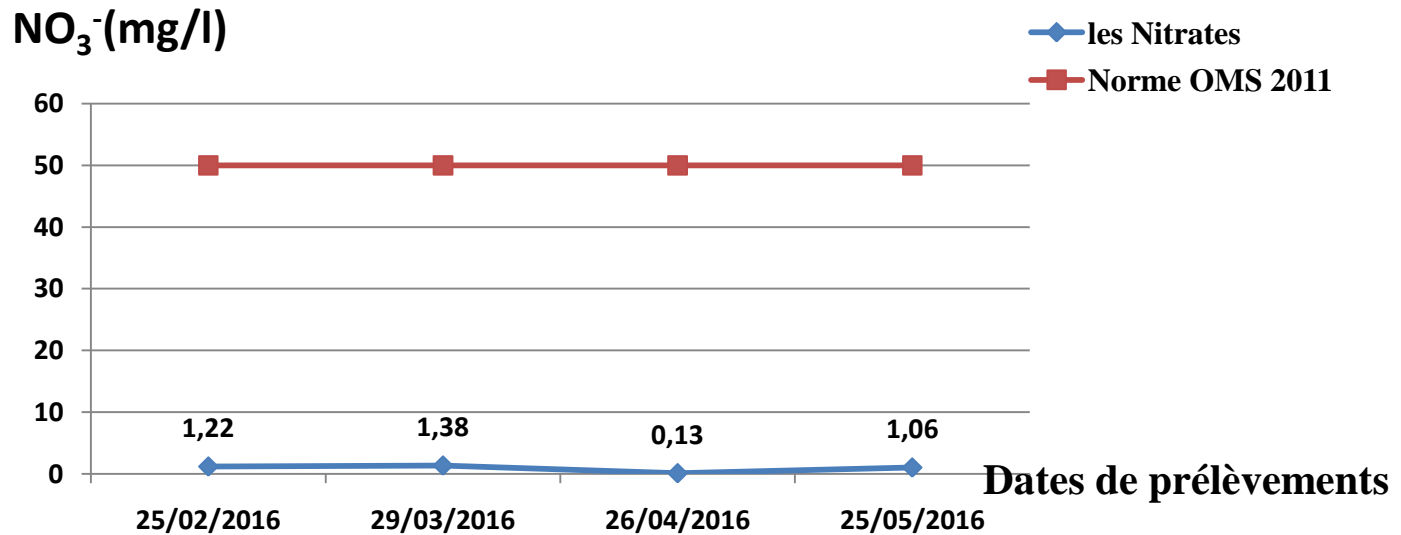
MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres chimiques



Variations mensuelles de Nitrates de l'eau d'oued Chiffa

INTRODUCTION

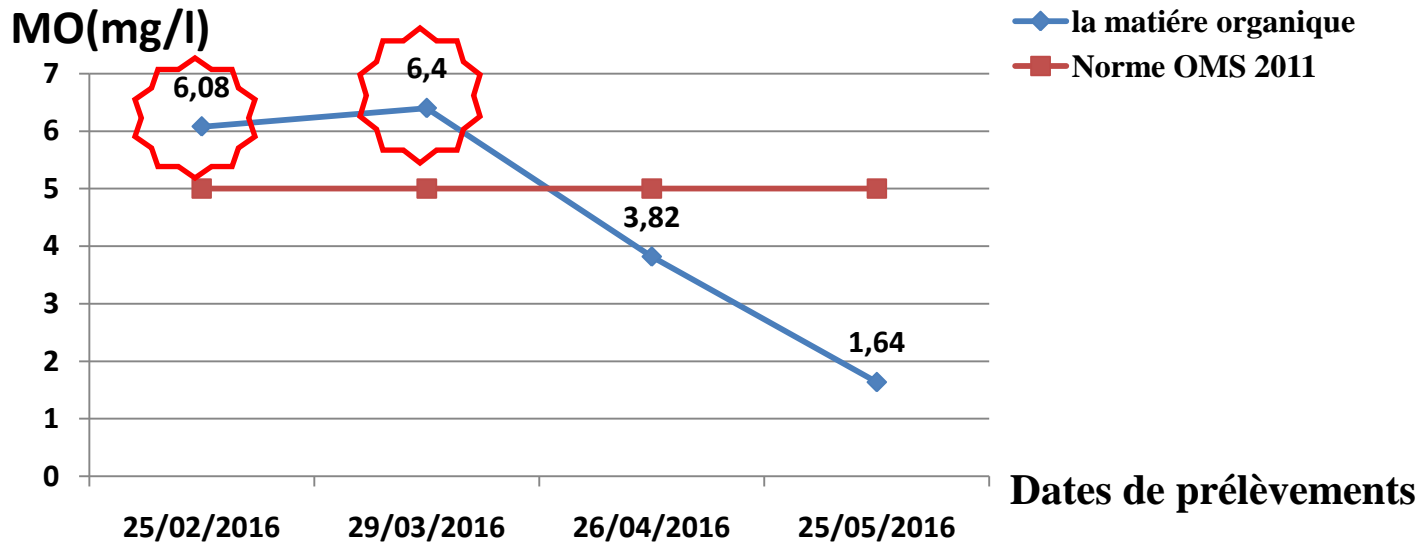
MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres chimiques



Variations mensuelles de la matière organique de l'eau d'oued Chiffa

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

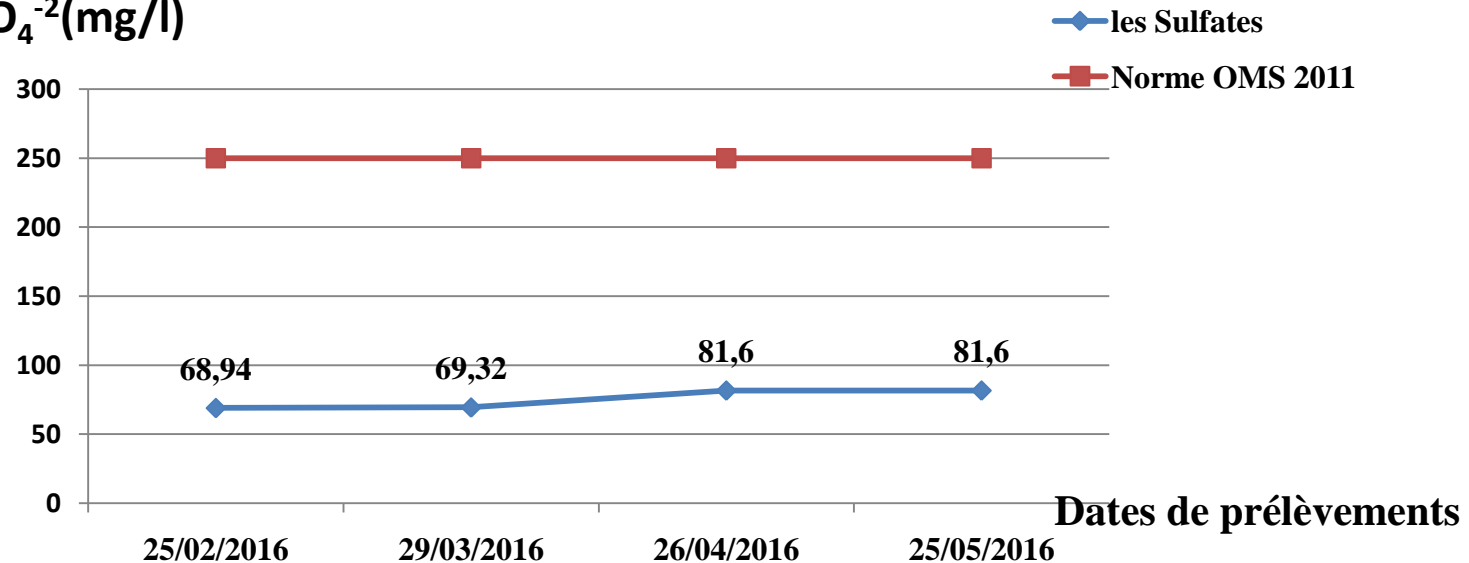
RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres chimiques

SO_4^{-2} (mg/l)



Variations mensuelles de les sulfates de l'eau d'oued Chiffa

Aperçu du plan de travail

INTRODUCTION

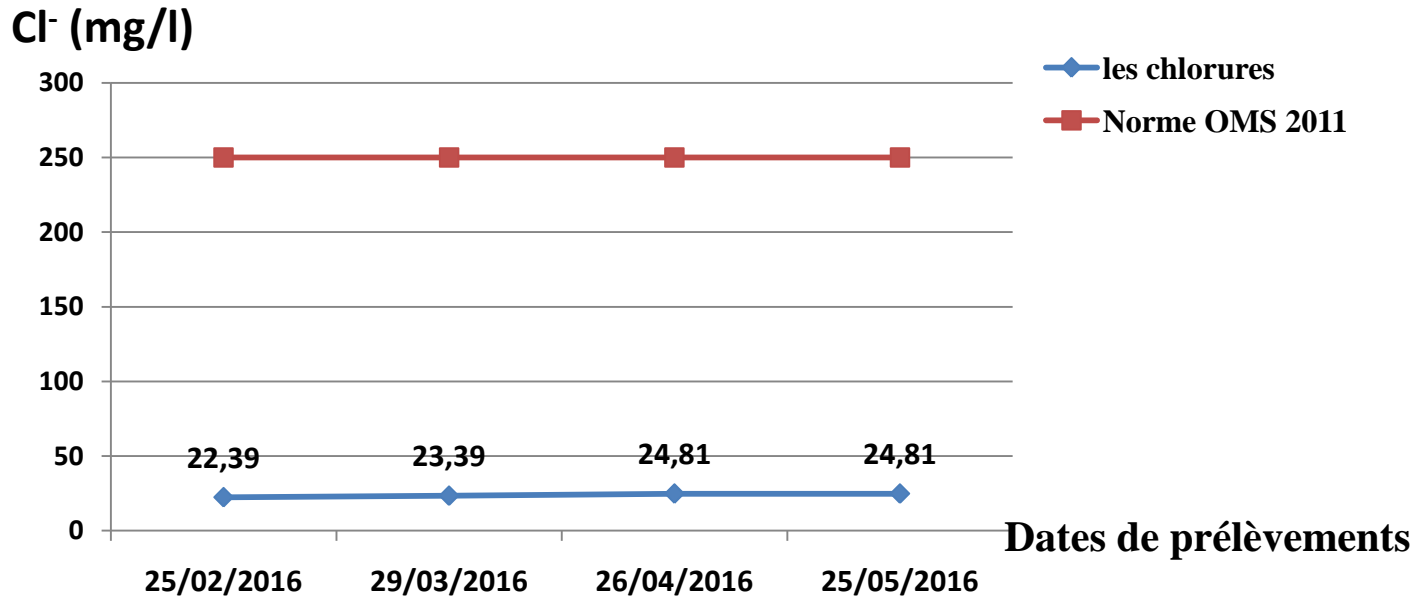
MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres chimiques

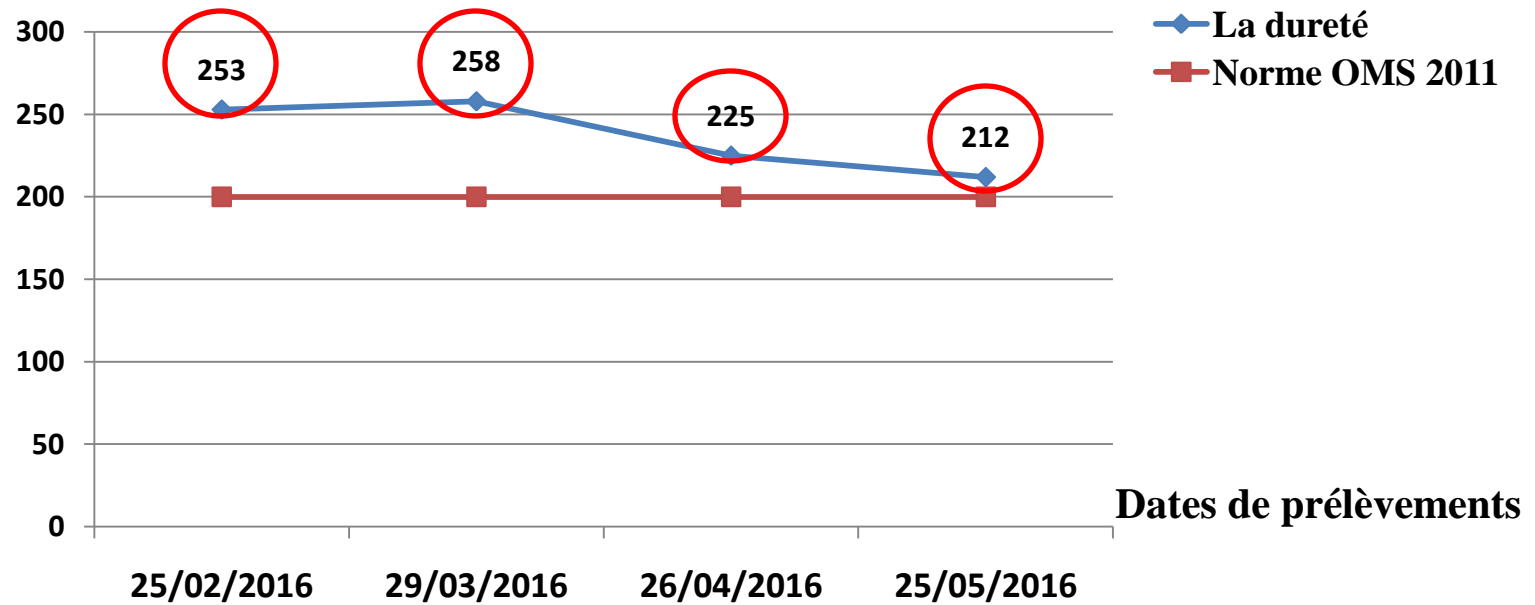


Variations mensuelles de les sulfates de l'eau d'oued Chiffa

RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres chimiques

TH (mg/l)



Variations mensuelles de la dureté de l'eau d'oued Chiffa

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

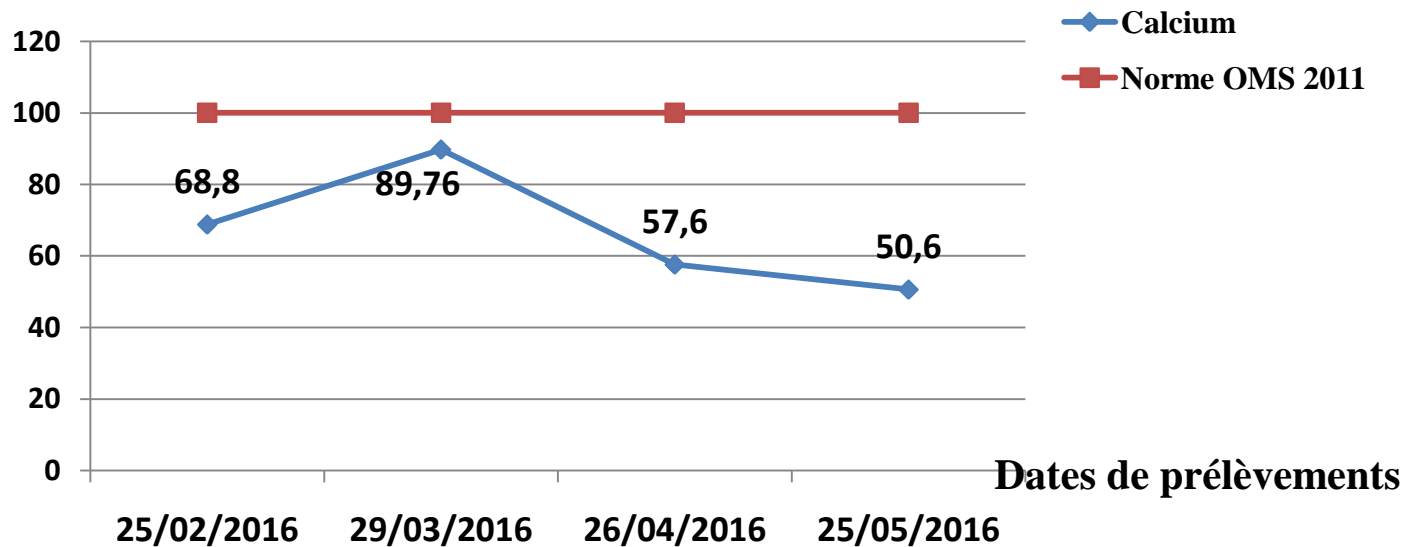
RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres chimiques

Ca²⁺ (mg/l)



Variations mensuelles de Calcium l'eau d'oued Chiffa

Aperçu du plan de travail

INTRODUCTION

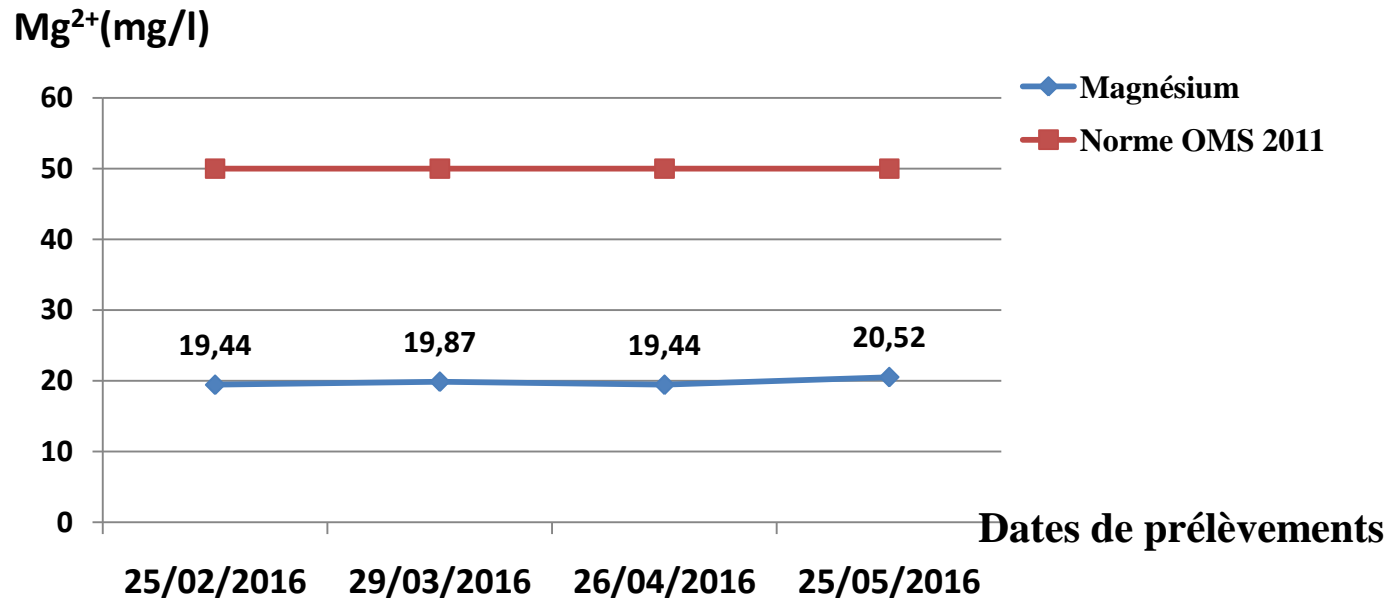
MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres chimiques



Variations mensuelles de le magnésium de l'eau d'oued Chiffa

Aperçu du plan de travail

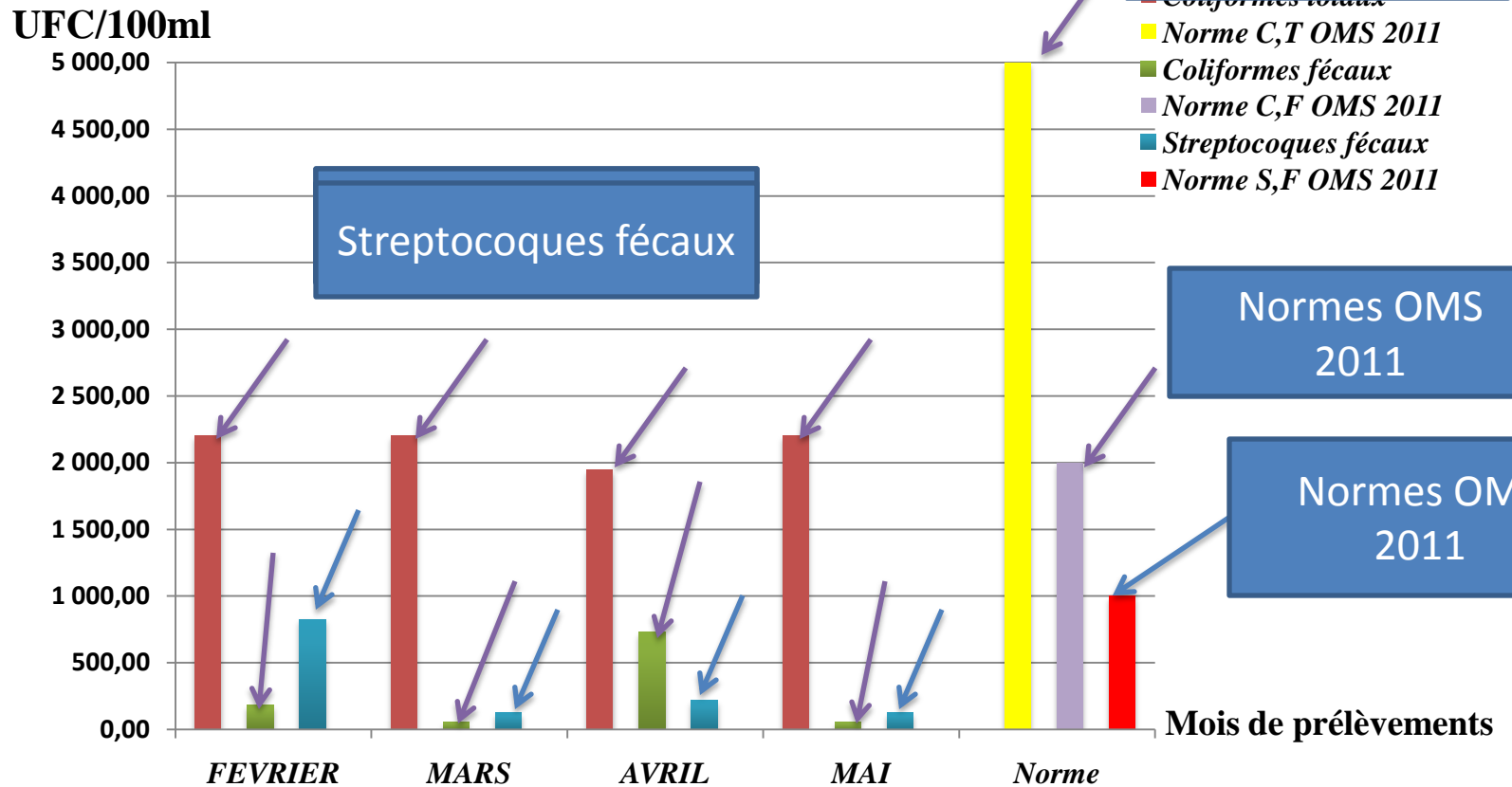
INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES BACTERIOLOGIQUES



Variations mensuelles des bactéries recensées dans les eaux d'oued Chiffa

Aperçu du plan de travail

INTRODUCTION

MATERIEL ET
METHODES

RESULTATS ET
DISCUSSION

CONCLUSION

RESULTATS DES ANALYSES
BACTERIOLOGIQUES

Le calcul du rapport CF/SF

Dates de prélèvements	CF/SF	Origine de la contamination
<i>25/02/2016</i>	<i>0,22</i>	<i>Animale</i>
<i>29/03/2016</i>	<i>0,43</i>	<i>Animale</i>
<i>26/04/2016</i>	<i>3,37</i>	<i>Mixte à prédominance humaine</i>
<i>25/05/2016</i>	<i>0,43</i>	<i>Animale</i>
<i>La moyenne</i>	<i>1,11</i>	<i>Origine incertaine</i>



Dans notre site d'étude, un projet d'un système de captage des eaux d'oued a été initialisé en 2006 mais n'a été lancé qu'à la fin de 2012 à cause de problèmes techniques et financées

Le but de ce projet est d'alimenter les populations de la willaya de Blida (Chiffa, Blida, Bouarfa...) en eau potable

**UN GRAND MERCI POUR CE
MONSIEUR**



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

MATERIEL ET METHODES

Notre étude est basée sur l'analyse de la qualité physico-chimique des eaux superficielles d'oued Chiffa et la détermination de la qualité bactériologique, durant une période allant du mois de février jusqu'au mois de mai de l'année 2016. Notre expérimentation a été réalisée au niveau du laboratoire Algérien Des Eaux (ADE) de Blida pour les analyses physico-chimiques, et dans Le laboratoire d'hygiène de la wilaya de Blida pour les analyses bactériologiques.

I-Description du site d'étude

I.1-Situation géographique

L'Oued de la Chiffa prend sa source dans les monts de Médéa et coule au fond des gorges de la Chiffa, et prend naissance de la confluence d'oued Mouzaia et d'oued Sidi Bahloul. Il est important grâce à sa largeur et son débit où il longe la plaine de la Mitidja jusqu'au oued Mazafran pour se déverser dans la mer [HAMAIDI *et al.*, 2006] (Figure 1).

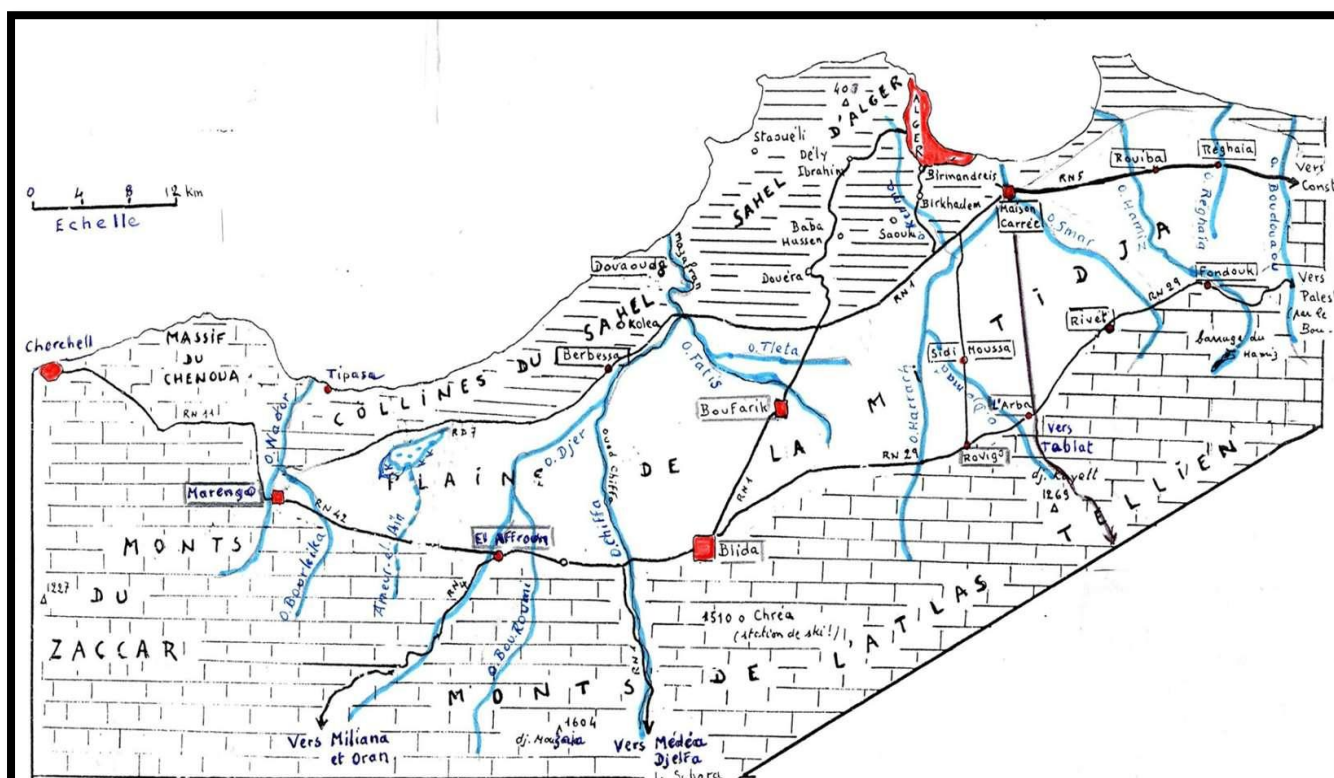


Figure 1 : Situation géographique d'Oued Chiffa [ANONYME 2011]

I.2- Etude Climatologique de la région :

Les premières pluies apparaissent généralement au mois de septembre, les plus abondantes s'étalant essentiellement d'octobre à avril. Les débits journaliers les plus élevés sont observés à partir du mois novembre au mois de mai avec des maxima de **98,75** à **313**

MATERIEL ET METHODES

m³/s, et les plus faibles caractérisent les mois de juillet à septembre (**0,052** à **0,0789** m³/s). L'assèchement presque total n'est observé que durant la période estivale (août et septembre) sur le lit d'oued Chiffa jusqu'au point d'affluence avec l'oued Mazafran. Le manque de pluies et la surexploitation des eaux pour l'irrigation sont les principaux facteurs de cet assèchement [HAMAIIDI et al. , 2006].

II- Matériel et méthodes

II.1- Choix des stations de prélèvements

Afin d'avoir des résultats représentatifs et de pouvoir cerner l'oued de Chiffa, nous avons choisis cinq stations en allant de l'amont vers l'aval.



Figure 2 : Station de prélèvement № 01

(photo originale, Mai 2016)

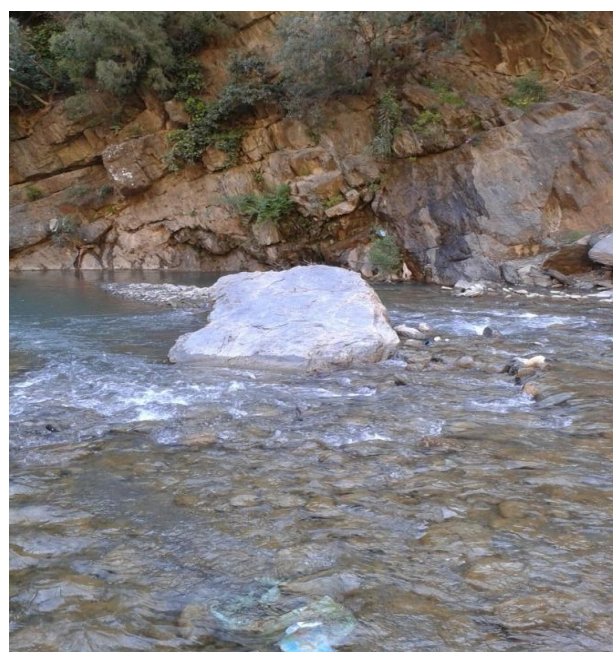


Figure 3 : Station de prélèvement № 02

(photo originale, Mai 2016)



Figure 4 : Station de prélèvement № 03
(photo originale, Mai 2016)



Figure 5 : Station de prélèvement № 04
(photo originale, Mai 2016)



Figure 6 : Station de prélèvement №05
(photo originale, Mai 2016)

II.2- Matériel

Le matériel biologique étant l'eau superficielle d'oued Chiffa. Notre travail s'est basée sur l'étude de cinq stations localisées dans l'oued, nous avons réalisé quatre prélèvements durant la période de ce travail (un prélèvement par mois) ce qui signifie 20 prélèvements étudiés au total.

Le matériel non biologique utilisé dans les analyses physico-chimiques et bactériologiques est mentionné dans l'annexe n° III.

II.3- Les méthodes

II.3.1- Prélèvement des échantillons

Les échantillons d'eau ont été prélevés à la surface de l'eau dans des bouteilles en plastique de 1 litre pour les analyses physico-chimiques, et dans des flacons en verre stérilisés de 250 ml pour les analyses bactériologiques.

Durant les prélèvements, les flacons sont remplis jusqu'au bord. Le bouchon est placé de telle manière à ce qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport, le délai maximum entre le prélèvement et le début de l'analyse ne doit pas excéder 24 heures [RODIER, 2005]. Après prélèvement, les échantillons sont transportés aseptiquement dans une glacière fermée à une température de 4 °C pour assurer une conservation satisfaisante.

II.3.2- Analyses physico-chimiques

La nécessité d'un suivi dans le contrôle de l'eau fait que divers types d'analyses physico-chimiques sont réalisées (pH, température, conductivité, turbidité, titre alcalimétrique, dureté totale, matière organique, chlorures, sulfates, nitrates, phosphates...etc.)

II.3.2.1- Dosage des paramètres physiques

***Mesure de la température et le pH**

- ✓ Introduire l'électrode dans un bécher contenant l'échantillon à analyser, préalablement rincée avec de l'eau distillée.
- ✓ Agiter doucement avec un barreau magnétique.
- ✓ Appuyer sur la touche (Read/Enter), la valeur du pH et de la température évoluent jusqu'à se stabiliser.
- ✓ La valeur du pH est donnée directement par l'appareil ainsi que la température (°C).

Note : la température est mesuré au laboratoire c'est pas au terrain meme.

***Mesure de la conductivité électrique**

Pour la détermination de la conductivité, un conductimètre multiéléments est utilisé.

Mode opératoire

MATERIEL ET METHODES

La conductivité électrique est déterminée après rinçage plusieurs fois de l'électrode avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; faire la mesure en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée. Le résultat de la conductivité est exprimé en $\mu\text{S}/\text{cm}$ [RODIER et *al.*, 2005].

***Mesure de la turbidité**

Principe

La mesure est basée sur le principe de l'effet Tyndall qui dit qu'un liquide trouble s'éclaire vivement lorsqu'il est traversé par un faisceau lumineux du aux particules insolubles en suspension dans l'eau qui diffusent une portion du rayon lumineux [RODIER, 1984].

Mode opératoire

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique, avec 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. Les résultats soit exprimés en Néphlometric Turbidity Unit (NTU).

***Détermination du résidu sec**

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau.

Mode opératoire

Elle consiste à prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et la déverser dans la capsule .Cette dernière est placée à l'étuve à 105°C pendant 24 heures, puis laisser refroidir pendant $\frac{1}{4}$ d'heure au dessiccateur, et peser immédiatement.

Les résultats sont donnés en mg / l suivant l'expression.

$$\text{RS} = (\text{PP} - \text{PV}) \times 10 \times 1000$$

PP : poids plein de la capsule. Unité (mg)

PV : poids à vide de la capsule. Unité (mg)

II.3.2.2- Dosage des paramètres chimiques

***Dosage des nitrites**

Les nitrites (NO_2^-) sont dosés suivant la méthode colorimétrique.

Principe

MATERIEL ET METHODES

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediamine dichloride donne une coloration rose mesurée à une longueur d'onde de 543 nm dans un spectrophotomètre.

Mode opératoire

- ✓ Prise d'échantillon 50 ml + 1 ml de solution de sulfanilamide à 1%.
- ✓ Agiter puis laisser pendant 5 min.
- ✓ Ajouter 1 ml de solution N-Naphtyle, puis agité et reposer 10 min.

En présence des nitrites, on a une coloration rose. Le résultat est donné directement en mg/l [ISO 6777, 1994].

***Dosage des Nitrates**

La méthode utilisée est la méthode spectrophotométrique d'absorption moléculaire (méthode au salicylate).

Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosionate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique. Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm [ISO 7890/3, 1994].

Mode opératoire

- ✓ Dans une capsule on ajoute 3 gouttes de NaOH à 30% et 1 ml de solution de salicylate de sodium 0,5 % et 10 ml de l'échantillon à analyser et on évapore à l'étuve à 75-88 °C, puis on laisse refroidir.
- ✓ On reprend le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique pur (H₂SO₄) et on laisse reposer 10 minutes puis on ajoute 15 ml d'eau distillée et 15 ml de solution de soude et de tartrate double de sodium et de potassium (on obtient une coloration jaune pour les étalons).

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

***Dosage de phosphate (PO₄⁻³)**

La détermination des phosphates (PO₄⁻) se fait par la méthode colorimétrique (spectrophotomètre UV-visible).

Principe

Repose par formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium, puis réduction par l'acide ascorbique en un

MATERIEL ET METHODES

complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

Mode opératoire

On ajoute 2 ml de réactif mixte (A+B) et 1 ml d'acide ascorbique à 40 ml d'eau à analyser, après homogénéisation on laisse agir pendant 10 min. L'apparition d'une couleur bleu indique la présence des phosphates. La lecture sera effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 880 nm. Le résultat du dosage est donné directement en mg / l [ISO 6878/1, 1994].

***Dosage de sulfate (SO_4^{2-})**

Les sulfates sont dosés par spectrophotométrie UV visible à une longueur d'onde de 420 nm.

Principe

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum en présence de BaCl_2 (Chlorures de baryum) [LADJEL, 2009].

Mode opératoire

On complète les 20 ml d'eau à analyser par 100 ml d'eau distillée, on ajoute 5 ml de la solution stabilisante et 2 ml de chlorure de baryum. Après agitation pendant 1 minute on fait la lecture à une longueur d'onde égale à 420 nm.

***Dosage de chlorure (Cl^-)**

La détermination des chlorures (Cl^-) se fait par titrage au nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur (méthode de Mohr).

Principe

Les ions chlorure réagissent avec les ions argent pour former un complexe chlorure d'argent insoluble se précipitant à des volumes graduels. L'addition d'une quantité faible d'ion d'argent induit à la formation du chromate d'argent coloré en brun-rouge. Les ions de chromate est un agent 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.

Mode opératoire

Introduire dans un ErlenMeyer 100 ml de l'échantillon préalablement filtré. Ajouter deux à trois gouttes d'acide nitrique pur puis une pincée de carbonate de calcium (CaCO_3) et

MATERIEL ET METHODES

trois gouttes de chromate de potassium (10%). Titrer au moyen d'une solution de nitrate d'argent (N/10) jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre.

L'expression des résultats est donnée par la formule suivante :

$$[\text{Cl}^-] \text{ (mg / l)} = \frac{V_s - V_b}{V_a} \cdot C \cdot F$$

V_s : volume de nitrate d'argent utilisé pour le titrage de l'échantillon [ISO 9297, 1990].

V_b : volume de nitrate d'argent utilisé pour le blanc (eau distillée).

V_a : volume d'eau d'échantillon (100 ml).

$F = 35453 \text{ mg/mol}$, facteur de conversion.

$C = [\text{AgNO}_3] = 0,02 \text{ mg/l}$

*Dosage d'ammonium (NH_4^+)

La détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+) est obtenue par la méthode colorimétrique.

Principe

L'ammonium et les composés ammoniacaux réagissent avec le réactif de Nessler en donnant un complexe colloïdale jaune brunâtre ou rougeâtre. La coloration obtenue est appréciée à l'aide d'un colorimètre à une longueur d'onde de 415 nm.

Mode opératoire

- ✓ Prise d'échantillon 50 ml + 2 ml de réactif de Nessler. Mélanger, puis reposer 10 minutes ;
- ✓ S'il existe les ions de NH_4^+ , la coloration jaune brunâtre apparaît ;

Le résultat est donné directement en mg/l [ISO 5664, 1990].

*Détermination de la dureté (TH)

La dureté est mesurée par la somme des concentrations en degrés de Ca^{+2} et Mg^{+2} et s'exprime par le TH (titre hydrotimétrique) par la méthode titrimétrique à l'EDTA.

Principe

Le tirage molaire des ions calcium et magnésium se fait à l'aide d'une solution de sel disodique de l'acide éthylène-diamine-tétra acétique (EDTA) à pH 10. Le noir érichrome T,

MATERIEL ET METHODES

qui donne une couleur bleu en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur.

Mode opératoire

- ✓ Prélever 100 ml d'échantillon, chauffer la prise d'échantillon à une température d'environ 60 °C, ajouter 5 ml de la solution tampon et une quinzaine de gouttes (ou une pincée) d'indicateur.
- ✓ Titrer avec le complexe EDTA (N/50) jusqu'au virage de rouge au bleu.

L'expression des résultats est donnée par la formule suivante :

$$\text{La dureté (°F)} = V \text{ (ml)}$$

V : le volume d'EDTA nécessaire pour le dosage de l'échantillon [ISO 6059, 1989].

Avec : 1°F = 5 meq / l = 10 mg / l de CaCO₃.

1-Détermination de la dureté magnésienne [TH_{mg}]

Dans un ErlenMeyer, introduire 100 ml d'échantillon, ajouter 10 ml d'oxalate d'ammonium. Agiter et laisser reposer 30 minutes puis filtrer. Prendre 50 ml du filtrat et opérer comme pour le titre hydrotimétrique, soit V₁ le volume nécessaire, calculer :

$$\text{TH}_{\text{mg}} = 5 \times 0,9 \times V_1 = \text{TH}_{\text{mg}} \text{ mg/l}$$

V₁ : le volume d'EDTA nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

Avec : 1°F = 2.43 mg/l de Mg.

2- Détermination de la dureté calcique [TH_{ca}]

On détermine la dureté calcique par la différence :

$$\text{TH}_{\text{(Ca)}} = \text{TH}_{\text{(total)}} - \text{TH}_{\text{(Mg)}} = \text{°F}$$

Avec : 1 °F = 4 mg / l de Ca.

***Détermination de la matière organique**

La détermination de la matière organique (MO) se fait par l'oxydabilité au permanganate de potassium.

MATERIEL ET METHODES

Principe

Ce test a pour but de se rapprocher de la teneur en matière organique présente dans l'eau. On oxyde l'échantillon par un excès connu de permanganate de potassium, en milieu acide et chaud.

Mode opératoire

- ✓ On ajoute 10 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) dilué à 100 ml d'eau à analyser.
- ✓ Porter à l'ébullition pendant une minute sur une plaque chauffante.
- ✓ Ajouter 10 ml de permanganate de potassium N/80, et on le laisse jusqu'à une ébullition régulière et douce pendant 10 minutes.
- ✓ Laisser refroidir et ajouter 15 ml de sulfate ferreux ammoniacal N/80.
- ✓ Enfin, titrer par KMnO₄ (N / 80) jusqu'à coloration rose pale persistante pendant 15 à 20 secondes.
- ✓ On fait toujours un essai à blanc (avec l'eau distillée).

L'expression des résultats est donnée par la formule suivante :

$$\text{MO (mg/l)} = V - V_0$$

V₀ (ml) : Volume de KMnO₄ (N/80) nécessaire pour le dosage du blanc.

V (ml) : Volume de KMnO₄ (N/80) nécessaire pour le dosage d'échantillon [ISO 8467, 1994].

II.3.3- Analyses bactériologiques

Une analyse bactériologique d'une eau brute est la détection et le dénombrement des bactéries indicatrices de la pollution fécale ainsi que les germes pathogènes.

*Bactéries indicatrices de la pollution des eaux douces

- Coliformes totaux ;
- Coliformes fécaux ;
- Streptocoques fécaux ;
- Clostridium sulfito-réducteurs.

*Bactéries pathogènes

- Salmonelle ;
- Vibrion cholérique.

II.3.3.1- Préparation des dilutions de l'eau

MATERIEL ET METHODES

Diluer une solution, c'est diminuer sa concentration. Pour se faire, on rajoute une quantité de solvant (souvent de l'eau distillée) à un volume précis de la solution initiale (l'eau à analyser).

Durant notre travail nous avons réalisé une dilution au $\frac{1}{2}$ (ou dite à 50%) : cela signifie que la concentration est divisée par 2. On doit donc diviser par 2 le nombre des bactéries présentes dans la solution initiale. Une façon de procéder serait d'ajouter le même volume de solvant que la solution initiale. Il faut pas oublier de multiplier le résultat par le facteur de dilution à savoir le type de dilution (dans notre cas $\times 2$).

II.3.3.2- Recherche et dénombrement des coliformes

La colimétrie désigne les méthodes bactériologiques permettant de rechercher et de dénombrer les coliformes dans un échantillon d'eau. La recherche et le dénombrement des coliformes peuvent se faire selon deux méthodes :

Soit par filtration sur membrane pour les eaux peu polluées. Elle est applicable aux eaux d'alimentations ainsi que les eaux de piscines.

Soit par ensemencement en milieu liquide (méthode de nombre le plus probable NPP) pour les eaux chargées en matières en suspension [DELARRAS, 2000]. Cette dernière a été utilisée au cours de notre expérimentation.

La technique en milieu liquide sur Bouillon lactosé au pourpre de Bromocrésol. Elle se fait par deux tests:

***le test de présomption** : réservé à la recherche des coliformes totaux.

***le test de confirmation** : qui est réservé à la recherche des coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.

1- Test de présomption

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu de **Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol (BCPL) Double Concentration (D/C)** muni d'une cloche de Durham.
- 3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu de BCPL simple concentration (S/C) muni d'une cloche de Durham.
- 3 fois 0.1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL (S/C) muni d'une cloche de Durham.

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélangé le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37 °C pendant 48 heures.

Lecture

MATERIEL ET METHODES

Sont considérés comme positifs, tous les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux (supérieur à 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères sont témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

Pour noter le nombre des coliformes totaux, on se réfère à la table de Mac Grady qui figure dans l'annexe n°I (Figure 21).

2- Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la recherche des coliformes thermo tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*. Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage :

- On met 1 ml à partir des tubes de BCPL positifs dans les tubes contenant le milieu de Schubert muni d'une cloche de Durham, (figure 21) en annexe n°I.
- Le gaz présent éventuellement dans les cloches du Durham est chassé, on mélange le milieu et l'inoculum. L'incubation s'effectue pendant 24 heures à 44 °C.

Lecture

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant **à la fois** :

- Un dégagement gazeux, et
- Un anneau rouge en surface, témoins de la production d'indole par *Escherichia coli* après avoir ajouter 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du nombre le plus probable (NPP). Etant donné que les coliformes fécaux font partie des coliformes totaux, il est impossible de trouver plus de coliformes fécaux que les coliformes totaux.

II.3.3.3- Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Tout comme la méthode de recherche des coliformes en milieu liquide, celle de la recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

Test de présomption

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

MATERIEL ET METHODES

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE (D/C).
- 3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE (S/C).
- 3 fois 0,1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE (S/C). Voir (figure 22 en annexe n° I).

Bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien ; seulement ces derniers :

*Ne doivent en aucun cas faire l'objet de dénombrement.

*Doivent par contre, absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu EVA LITSKY dans le but d'être confirmés.

2- Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de ROTHE trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage dans des tubes contenant le milieu EVA LITSKY (voir figure 22 en annexe n° I).

Bien mélanger le milieu et l'inoculum, et l'incubation se fait cette fois à 37 °C, pendant 24 heures.

Lecture

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant **à la fois** :

- Un trouble microbien, et
- Une pastille blanchâtre au fond des tubes.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Grady.

II.3.3.4- Recherche et dénombrement des spores du *Clostridium* sulfito-réducteur

La recherche de *Clostridium* sulfito-réducteur se fait sur milieu viande foie sulfité.

Technique

- Introduire 20 ml de la solution mère (échantillon d'eau) dans un tube sec et stérile.
- Chauffer à 80 °C pendant 10 minutes.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le tube à l'eau de robinet pour faire un choc thermique pour éliminer toutes les formes végétatives et ne laisser que les formes sporogènes.
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.

MATERIEL ET METHODES

- Ajouter 20 ml de gélose **viande foie** (VF), fondue puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$, additionnée d'une ampoule d'alun de fer et d'une ampoule de sulfite de sodium.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- Laisser solidifier sur la paillasse pendant 30 minutes environ (voir figure 23 en annexe n° I), et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture

La première lecture doit absolument être faite à 16 heures car très souvent les spores des bactéries des aérobies sulfito-réducteurs (ASR) seront envahissantes auquel cas on se trouvera en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et la deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et la dernière à 48 heures.

Il est donc impératif de repérer et de dénombrer rapidement toutes les colonies noires de 0,5 cm de diamètre, ayant poussées en masse, en excluant d'emblée les colonies qui seraient développées en zone aérobies-anaérobioses, soit jusqu'à 1 cm en-dessous de niveau de la gélose.

Comptage des colonies noires lenticulaires dans le fond de tubes.

II.3.3.5 Recherche des salmonelles

La recherche des salmonelles est réalisée en 4 étapes :

1^{er} jour : Enrichissement primaire

On introduit 50 ml de l'eau à analyser dans 100 ml de bouillon du sélénite-cystéine D/C.

La solution obtenue est appelée **Bouillon au sélénite de sodium cystéine** (SFB_I). Elle est incubée à 37°C pendant 18 à 24 heures.

2^{ème} jour : Enrichissement secondaire et isolement

La solution SFB_I incubée la veille pour effectuer le 2^{ème} enrichissement sur bouillon sélénite-cystéine en tubes (solution SFB_{II}) à raison de 1 ml par tube et un isolement sur gélose Héktoen I (H_I).

Dans les deux cas, l'incubation est réalisée à 37°C pendant 18 à 24 heures.

3^{ème} jour : Enrichissement tertiaire et isolement

A partir du bouillon SFB_{II} isolé sur gélose Héktoen_{II} (H_{II}), prendre 1 ml de SFB_{II} et l'introduire dans un bouillon sélénite-cystéine (SFB_{III}).

MATERIEL ET METHODES

L'incubation se fait donc à 37 °C pendant 18 à 24 h.

4^{ème} jour : Lecture et identification

Les boîtes de gélose Héктоen feront l'objet d'une lecture, les salmonelles apparaissent le plus souvent sous forme de colonies bleutées à centre noir (voir figure 24 en annexe n ° I). Ces dernières subiront une identification biochimique.

II.2.3.6- Recherche des Vibrions cholériques

La recherche des Vibrions se fait en 4 étapes :

1^{er} jour :

Le premier enrichissement s'effectue sur milieu Eau Peptonée Alcalin (EPA) 10 fois concentrées réparties à raison de 50 ml par flacon, au quel on ajoute aseptiquement 250 ml d'eau à analyser, puis incubé à 37 °C pendant (6-18 à 24 heures).

2^{ème} jour :

Le 2^{ème} enrichissement se fait sur milieu (EPA_{II}) en tubes à raison de 1 ml par tube et un isolement sur GNAB_I (Gélose Nutritif Alcaline Biliée). L'incubation se fait donc à 37 °C pendant 24 heures.

3^{ème} jour :

D'une part, le tube EPA_{II} a fait l'objet d'un isolement sur GNAB_{II} et d'autre part, la boîte de gélose GNAB_I subira une lecture, en tenant compte que les Vibrions se présentent le plus souvent sous forme des grosses colonies lisses et transparentes caractéristiques.

4^{ème} jour :

Une lecture de boîte de gélose GNAB_{II} est effectuée avec une identification biochimique s'il s'agit des colonies suspectées (voir figure 25 en annexe n ° I).

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I-GENERALITES SUR LES EAUX

I.1- Cycle de l'eau :

La connaissance de l'origine de l'eau, de son cycle, de sa dynamique dans la nature, de sa répartition dans l'espace et dans le temps est une donnée fondamentale. Le cycle de l'eau est le résultat des transferts incessants entre les différents réservoirs: océan, atmosphère, lacs, glaciers et roches poreuses et comme toutes les substances, cette dernière est en perpétuel mouvement. Ce cycle hydrologique est relié et favorisé par le rayonnement solaire [BLIEFERT et *al.* ,2001].

Tout d'abord, l'eau s'évapore dans l'atmosphère à partir des mers et les eaux de surface (les lacs). Concernant les eaux souterraines et celle contenues dans des plantes, s'évaporent et s'accumulent sous forme de nuages, l'eau retourne en suite vers la terre à partir des nuages sous forme de précipitation, soit elle atteint la surface des lacs ou des mers ; soit elle atteint la nappe phréatique à travers le sol [BLIEFERT et *al.* ,2001].

I.2- Les sources d'eau :

L'eau qui résulte de la condensation des vapeurs produites à la surface des mers, forme des nuages qui sont emportées par les vents et tombent en suite sous forme de brouillard, de pluie, de neige ou de grêle, une partie glisse à la surface du sol, mais le volume le plus important s'infiltré à l'intérieur de la terre jusqu'à ce qu'elle se trouve arrêter par une couche géologique imperméable [LECOCK, 1965]. On a deux types de sources : les eaux de surfaces et les eaux souterraines.

I.2.1- Eaux de surface

Les eaux des cours d'eau, lacs, étangs...etc, proviennent surtout des pluies et constituent un mélange d'eau de ruissellement et d'eau souterraine ce qui alimente les rivières, les vallées, et les barrages. Selon LAYOCHIS, et *al.* (1992) et BOUZIANI, (2000) sont des eaux susceptibles d'être contaminées et caractérisées par une pollution microbienne et chimique maximale, malgré qu'elles sont utilisées dans les régions à forte densité de population ou très industrialisées.

I.2.2- Eaux souterraines :

L'eau d'une nappe souterraine à une composition généralement plus stable et elle est plus riche en sels minéraux. Seulement, les sources et les gisements aquifères souterraines sont susceptibles, sous certaines conditions, de fournir des eaux naturellement pures.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Les nappes d'eau souterraine ont une importance énorme dans l'approvisionnement en eau, et constituent les plus grandes réserves d'eau potable dans la plupart des régions du monde. Toutefois elles produisent une eau de bonne qualité, pure et protégée par le sol contre les diverses activités humaines mais, son exploitation est difficile et nécessite la mise en place de système de captage et des équipements hydrauliques de distribution (pompe) qui sont souvent importants [BOUZIANI, 2000]. On distingue deux types de nappes :

I.2.2.1- Les nappes libres :

Sont peu profondes et ne bénéficient pas systématiquement d'une couverture imperméable. Elles sont sujettes à des contaminations par les infiltrations superficielles et un traitement est toujours nécessaire. L'alimentation se fait directement par les précipitations pluvieuses ou les écoulements d'eau en dessus [CARDOT, 1999].

I.2.2.2-Les nappes captives :

En générale très profondes, sont par leur nature, toujours situées sous un toit imperméable. Elles bénéficient donc d'une très bonne protection naturelle [LIVET, 2004]. L'alimentation de ces nappes est assurée par l'infiltration sur leurs bordures [CARDOT, 1999].

I.3- L'eau et la santé publique :

Selon BOUZIANI (2000), presque toutes les maladies de la population sont reliées à l'eau contaminée (polluée), qui est un agent de transmission de plusieurs maladies appelées communément les maladies à transmission hydrique, maladies de canalisation ou maladies des mains sales. Ces dernières constituent un groupe à allure épidémique, dont la symptomatologie est le plus souvent digestive (diarrhées, vomissement) et dont la nature et la propagation sont liées à divers facteurs tel que : la mauvaise qualité de l'eau, le manque d'hygiène et la pauvreté.

Comme pour toutes les maladies contagieuses, la transmission des maladies d'origine hydrique, dépend de trois facteurs : l'agent (l'organisme infectant), l'environnement, et l'individu. Ces maladies peuvent être dues à plusieurs origines soit bactérienne, et ou chimique [BOUZIANI, 2000].

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I.3.1- Origine bactérienne

➤ **Fièvre typhoïde**

La fièvre typhoïde (du grec tymphos, torpeur) ou typhus abdominal est une maladie infectieuse décrite en 1818 par Pierre Bretonneau, causée par une bactérie de la famille Entérobactérie, du genre des Salmonelles, et dont les espèces responsables sont *Salmonella enterica-typhi* ou paratyphi A, B, et C. Elle est encore appelée bacille d'Eberth. D'après l'organisation mondiale de la santé, le nombre de patients atteints dans le monde serait de 21 millions de personnes, avec 216 000 à 600 000 décès annuellement [OMS, 2013].

➤ **Choléra**

Le choléra est une toxi-infection entérique contagieuse due à la bactérie *Vibrio cholerae* ou bacille virgule, découverte par Pacini en 1854 et redécouverte par Koch en 1883. Strictement limitée à l'espèce humaine, caractérisée par des diarrhées brutales et très abondantes (gastro-entérite) menant à une sévère déshydratation. L'OMS estime que le choléra entraîne chaque année environ 100 000 décès pour 4 millions de cas recensés [OMS, 2014].

➤ **Les gastro-entérites**

Les gastro-entérites peuvent être dues à de nombreux germes pathogènes transmissent par l'eau ou par les aliments contaminés. Cette maladie induit des diarrhées, des intoxications chez le nourrisson. La gastro-entérite est d'une gravité extrême, elle est due à des germes variés et peut provoquer des complications comme la neurotoxicose responsable de nombreux décès [AROURA, 1997].

I.3.2- Origine chimique

I.3.2.1-Fluorose :

La fluorose est une pathologie causée par une prise excessive de fluore, une dose élevée de fluore entraîne :

➤ **Effet toxique sur le squelette :**

Une ingestion de grandes quantités de fluor à long terme peut entraîner des problèmes squelettiques potentiellement graves (fluorose squelettique) comme **l'ostéoporose ;** décalcification des tissus osseux, l'os devient poreux, léger, friable et cassant [KETTAB, 1992].

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

➤ **Maladies dentaire appelée "émail tacheté" (dents jaunâtres)**

Elle est due à un niveau d'exposition chronique et modéré, et lorsque la concentration du fluore est supérieur à 1,5 mg/l dans l'eau [KETTAB, 1992].

II- LES PARAMETRES DE QUALITE DES EAUX NATURELLES

Divers processus physiques, chimiques et bactériologiques modifient la qualité de l'eau.

II.1 Les paramètres physico-chimiques

Il existe plusieurs paramètres qui permettent de qualifier les éléments physiques (température, pH) ou chimiques (la minéralisation). Nombreux indicateurs de la charge polluante, résultant des activités humaines, sont également suivis (comme l'ammonium, les nitrates,...) [MARC et al. ,2007].

II.1.1- Les paramètres physiques

II.1.1.1- Le pH (le potentiel d'hydrogène) :

Le pH est la mesure de la concentration en ions hydrogène (H^+), exprimant la quantité d'ions acides dans un milieu, donc soit l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. Sa mesure s'effectue sur une échelle allant de 0 à 14, la neutralité étant 7. Le pH est acide s'il est inférieur à 6.5, alcalin ou basique s'il est supérieur à 7,5 [MARC et al. ,2007]. Il est mesuré directement à l'aide d'une électrode de pH combinée. La variation du pH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés [RODIER et al. ,2005].

II.1.1.2- Conductivité électrique (CE) :

Elle exprime la capacité de conduction du courant électrique d'une eau, Toute eau est plus ou moins conductrice. Cette conductivité électrique est liée à la présence des ions dans l'eau, et de l'existence d'une relation entre la teneur des sels dissous d'une eau et sa conductivité. Une conductivité électrique élevée traduit soit une température élevée, soit le plus souvent une salinité élevée. Les normes d'OMS fixent la conductivité électrique entre 200 et 1000 $\mu S/cm$ [RODIER, 1984 ; DENTELLE, 2001].

II.1.1.3- Température

Il est important de connaître la température de l'eau parce qu'elle joue un rôle dans la solubilité des sels. La mesure de la température s'effectue dans le terrain. La température d'une eau potable devrait être inférieure en été et supérieur en hiver à la température de l'air,

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

donc l'eau potable à une température de 10 à 20 °C, voir même 25 °C mais l'eau de boisson à une bonne fraîcheur sa température varie entre 9 et 12 °C. L'OMS ne recommande aucune valeur. Pratiquement, la température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme. Cependant, une température supérieure à 15 °C favorise le développement des micro-organismes dans les canalisations en même temps qu'elle peut intensifier les odeurs et les saveurs. Par contre, une température inférieure à 10 °C ralentit les réactions dans les différents traitements des eaux [RODIER, 1984].

II.1.1.4- Oxygène dissous

L'oxygène est toujours présent dans l'eau, sa solubilité est en fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. L'oxygène dissous dans les eaux de surfaces provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques [BEAUPOIL et BORNERE, 1997]. L'eau saturée d'air, à 20 °C et sous la pression normale contient 9,1 mg / l d'oxygène [RODIER et al. ,1984].

II.1.2- Les paramètres chimiques

II.1.2.1- La minéralisation globale

II.1.2.1.1- La dureté totale

La dureté de l'eau ou titre hydrotimétrique est une mesure globale de la concentration en sels (calcium et magnésium) dissous dans l'eau [BERNE et CORDONNIER, 1992].

Une eau à titre hydrotimétrique élevé est dite «dure» dans le cas contraire, il s'agit d'une eau «douce». Selon [DAVEZAC et al. 2008], l'unité utilisée pour exprimer la dureté est le **degré français (° F)**.

1 ° f= 10 mg/l de carbonate de calcium (calcaire) ;

Ou 4 mg / l de calcium ;

Ou 2,4 mg / l de magnésium ;

Ou 0,2 milliéquivalent par litre (meq/l)

On distingue :

- **La dureté totale (TH)** qui indique globalement la teneur en sels de Ca et Mg.
- **La dureté calcique** qui mesure la concentration en ions Ca^{2+} .
- **La dureté magnésienne** qui mesure la concentration en ions Mg^{2+} .

La dureté agréable se situe entre 80 et 150 mg / l de CaCO_3 (8 et 15 ° F) [RODIER, 1984].

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

II.1.2.1.2- Titre alcalimétrique complet (T. A. C)

La plupart des eaux naturelles ont un pH compris entre 4,5 et 8,3 et leur alcalinité est attribuable essentiellement aux bicarbonates (HCO_3^-) [TARDAT et HENRY, 1992].

II.1.2.1.3- Chlorure (Cl^-)

Les teneurs en chlorure dans l'eau sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Une surcharge en chlorure dans l'eau peut être à l'origine d'une saveur désagréable.

Les chlorures ne présentent pas de risque sur la santé, sauf pour les personnes devant suivre un régime hyposodé. Cependant, les chlorures sont susceptibles d'amener une corrosion dans les canalisations et les réservoirs, en particulier les éléments en acier inoxydable pour lesquels le risque s'accroît à partir de 50 mg / l. La norme d'OMS recommande que la teneur en chlorure (Cl^-) des eaux ne dépasse pas 250 mg / l [RODIER, et al. ,1984; BOUZIANI, 2000].

II.1.2.1.4- Calcium (Ca^{+2}) :

Le calcium est un métal alcalino-terreux, extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates (composant majeure de la dureté de l'eau). Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfate, et de chlorure. C'est un composant essentiel pour les os du corps humain. Il aide aussi le fonctionnement des nerfs et des muscles. Le manque de calcium est l'un des principales causes de l'ostéoporose [POTELON et al. ,1998].

Les eaux potables de bonne qualité renferment de 100 à 140 mg / l de calcium, les eaux qui dépassent 200 mg de calcium présentent de nombreux inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation chaudières (l'installation de chauffage) [RODIER, 1984].

II.1.2.1.5- Magnésium (Mg^{+2})

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature, il constitue 2,1 % de l'écorce terrestre, son abondance géologique, sa grande solubilité, sa large utilisation industrielle font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes [GEORGE ,1963].

La concentration maximale admissible est de 50 mg / l [RODIER, 1984].

II.1.2.1.6- Sulfates (SO_4^{-2})

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est variable, leur présence dépend:

- de la légère dissolution des sulfates de calcium des roches gypseuses.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

- de l'oxydation des sulfures dans les roches pyrites.
- des matières organiques d'origine animale.

L'excès de sulfate dans l'eau peut entraîner des troubles gastro-intestinaux en particulier chez l'enfant.

L'effet principal des sulfates sur la santé est l'action laxative qui est plus important quand il se trouve en présence de magnésium et de sodium.

Les concentrations maximales admissibles en sulfates sont de l'ordre de 400 mg/l selon la norme d'OMS. [RODIER, 1984].

II.1.2.2- Paramètres de pollution

II.1.2.2.1- Les matières organiques (MO)

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes [LEFEVRE, 1993]. L'inconvénient de la présence des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goûts qui pourront être exacerbés par la chloration. Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique [RODIER et al. ,1984].

II.1.2.2.2- L'azote ammoniacal (NH_4^+)

Cette forme d'azote est assez souvent rencontrée dans les eaux, traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Certaines eaux profondes peuvent être riches en azote ammoniacal sans être pour cela nécessairement de l'eau polluée. Dans ce cas, l'ammonium (NH_4^+) peut provenir d'une dénitrification biochimique due aux micro-organismes réducteurs. Si l'ammonium est trouvé dans une eau de surface (rivière ou lac) ou dans une eau d'origine souterraine peu profonde, son origine doit être recherchée dans les déjections animales [LADJEL, 2005].

En générale, l'ammoniaque se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation ; la mise en évidence dans l'eau de teneurs importantes en azote ammoniacal implique généralement une contamination récente par les matières organiques en décomposition, à ce stade une contamination est à craindre [RODIER, 1984].

II.1.2.2.3- Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau, toutes les formes

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

d'azote (azote organique, ammoniacale, nitriteetc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique [RODIER, 1984].

Selon les normes d'OMS toutes les eaux destinées à la consommation humaine doivent avoir une teneur en nitrates voisine ou inférieure à 50 mg / l. Le nitrate étant un sel très soluble dans l'eau, très mobile dans le sol et pénètre dans la nappe phréatique lorsque sa quantité dépasse ce que les plantes peuvent utiliser [KEMOUKH, 2007].

II.1.2.2.4- Les nitrites (NO₂⁻)

Les nitrites peuvent être rencontrées dans les eaux mais, généralement à des doses faibles, les nitrites sont la forme intermédiaire entre l'azote ammoniacal et les nitrates car ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniacale, soit d'une réduction du nitrate sous l'influence d'une action d'un dénitrifiant [OFEV, 2010].

Les valeurs recommandées pour les nitrites dans l'eau de boisson, sont à des doses inférieures à 1 mg /l selon la norme d'OMS. Une eau renferme une quantité élevée des nitrites (supérieure à 1 mg/l) est considérée chimiquement impure [RODIER, 1984].

II.1.2.2.5- Les phosphates

Le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues ; il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les réservoirs, les grosses canalisations et les eaux des lacs, où il contribue à l'eutrophisation. Il fait partie des anions facilement fixés par le sol ; sa présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique [LADJEL, 2005].

II.1.2.3- Les substances chimiques dites indésirables:

Ce sont des substances dont la présence dans l'eau est tolérée, quand leur concentration est inférieure à un certain seuil. Plusieurs éléments sont indispensables à l'organisme humain à faibles doses [BOUZIANI, 2000].

II.1.2.3.1- Fluor (F⁻)

Le fluor est un élément le plus électronégatif ; oxydant et le plus puissant. On considère généralement qu'une faible teneur en fluor dans l'eau (0,4 à 1 mg / l) est favorable à la formation de l'émail dentaire et protège les dents contre la carie, des doses supérieures à 1 mg/l risquent de faire apparaître des taches sur l'émail dentaire (fluorose) qui s'aggravent par

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

des décalcifications et des chutes des dents [BOUZIANI, 2000].

II.1.2.3.2- Hydrocarbures (CO₃⁻)

Les hydrocarbures sont des substances qui surnagent à la surface de l'eau sous forme d'un film superficiel, leur concentration maximale admissible a été réduite à 1µg / l. Ils peuvent être également émulsionnés dans l'eau ou adhérer aux particules en suspension, dans le cas de contamination de réservoir ou d'un circuit de distribution d'eau par les hydrocarbures, les modifications du goût et de l'odeur de l'eau peuvent persister longtemps, rendant cette eau inutilisable durant de longues périodes [BOUZIANI, 2000].

II.1.2.3.3- Fer (Fe⁺²)

Le fer est un métal assez soluble que l'on peut retrouver dans l'eau et qui précipite par oxydation à l'air. C'est un élément qui ne représente aucun inconvénient pour l'organisme humain, il peut, cependant à une certaine concentration (excès), présenter des désagréments à la consommation (saveur) et au ménager (tache de rouille sur la ligne), les normes de l'OMS retiennent la valeur limite de 0,3 mg / l de fer dans l'eau de boisson [BOUZIANI, 2000 ; DENTELLE, 2001].

II.2- Les paramètres bactériologiques de l'eau

II.2.1- Les germes indicateurs de contamination fécale

II.2.1.1- .1-Les coliformes totaux

Le nom de « coliformes » regroupe un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant à la famille des Entero-bacteriaceae [RODIER et *al.*, 2005]. Ce sont des bacilles à « Gram négatif », non sporulés, oxydase négatif, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de se multiplier en présence des sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz en 48 heures à une température de 35 à 37 °C [HASLAY et LECLERC, 1993].

Les coliformes sont dotés d'une très grande importance vue qu'un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des hommes et des animaux à sang chaud et constituent de ce fait des indicateurs fécaux de première importance [RODIER et *al.*, 2005].

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

II.2.1.2- Les coliformes fécaux

Le terme de « coliformes fécaux ou de coliforme thermo tolérants » correspond à des coliformes qui représentent les mêmes propriétés (caractéristique de coliformes) après incubation à la température de 44 °C [RODIER et al. ,2005].

II.2.1.3- Les Streptocoques fécaux

Les Streptocoques fécaux, sont définies en fonction de la présence de la substance antigénique caractéristique du group D de LANCEFIELD, ce sont des :

- Bactéries Gram positif,
- Catalase négatif, aéro- anaérobies facultatives et fermentent le glucose ;
- Les streptocoques fécaux se distinguent par leur forme cocoïde et leur mode de groupement en paires ou en chaînettes [RODIER et al. ,2005].

Ces germes sont utilisés depuis longtemps comme indicateurs de pollution fécale dans les eaux [CATSARAS et BOURGEOIS, 1980].

II.2.1.4- Les anaérobies sulfito-réducteurs

Ce sont des germes qui appartiennent à la famille des *Bacillaceae*, elles sont souvent considérées comme des témoins de pollution fécal ; la forme de la spore sous laquelle les bactéries sont retrouvées dans les eaux usées permet de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente [RODIER et al. 2005]. Les formes les plus recherchées ce n'est pas la forme végétative mais c'est les formes sporulées [HASLAY et LECLERC, 1993]. Caractérisées par :

- Gros bacille à Gram positif,
- Catalase négatif, anaérobies strictes et sporulés,
- Mobile par ciliatures péri triches, mais parfois immobiles et capsulés,
- Les spores sont ovoïdes ou sphériques naturellement thermorésistants,

II.2.2- Les germes pathogènes

II.2.2.1-Les salmonelles

Elles appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*, Ce sont des micro-organismes pathogènes, issus des matières fécales d'individus déjà contaminés [SATIN et SELMI, 1999]. Ils peuvent donc être présents dans l'eau des égouts agricoles et domestiques

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

[RODIER et *al.* ,2005]. La pathogénicité peut s'exprimer sous forme soit de fièvre typhoïde, soit de toxi-infections alimentaires [SATIN et SELMI, 1999], elles sont :

- anaérobies facultatifs, oxydase négatif, catalase positif,
- 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'H₂S, et ne fermentent pas le lactose.

II.2.2.2-Les vibrions cholériques

Ils appartiennent à la famille des *Vibrionaceae* Ils sont d'origine aquatique, très largement répandus dans les eaux d'égout, et sont responsables d'une grave épidémie : le Cholera [HASLAY et LECLERC, 1993]. Ce sont des bâtonnets incurvés en virgule ou droits, mobiles et aérophiles, Gram négatif, et oxydase positif [DELARRAS, 2007].

Références bibliographiques

- **AIT BOUGHROUS.A ,2007:** « Biodiversité, écologie et qualité des eaux souterraines de deux régions arides du Maroc (Tafilalet et Marrakech ». Mémoire de Doctorat 193 p.
 - **ANONYME 2011 :** « Localisation géographique d'Oued Chiffa » [https://www.google.dz/search,photo d' oued.](https://www.google.dz/search,photo+d'oued)
 - **AROURA. A (1997) :** « L'homme et son milieu ». Ed 531/77 .135p
 - **BEAUPOIL C et BORNENS P, 1997 :** « Oxygène dissous et toxicité de l'ammoniaque en zones estuariennes ; seuils d'acceptabilité ». Rapport de synthèse, biotecmer-AELB, 49p.
 - **BEHAR.S (1997):** «definition of water quality Parameters. Testing the Water:Chemical and physical Vital Signs of a River», Montpelier.VT: River Watch Network p1.
 - **BERNE et CORDONNIER J, 1992 :** « Traitement des eaux-épuration, des eaux résiduaires de raffinage ». Edition techno p306.
 - **BLIEFERT C. et PERRAUD. R (2001) :** « Chimie de l'environnement ».
 - **BORREGO.A-F et ROMERO.P; 1982:** « Study of the microbiological pollution of a Malaga littoral area II. Relationship between fecal coliforms and fecal streptococci ».Cannes, France, pp: 561-569.
 - **BOUZIANI .M(2000) :** « L'eau de la pénurie aux maladies ». Éd., Ibn Khaldoun. 247p
 - **BRIERE F.G, 1997 :** « Distribution et collecte des eaux » ; édition de l'école polytechnique de Montréal, 282 p.
 - **CARDOT C, 1999 :** « Les traitements de l'eau : procédés physico-chimiques et biologiques ». Ellipses Edition Marketing S.A, 256 p.
 - **CATSARAS et BOURGEOIS(1980) :** « les indices de contamination fécale ». In : techniques d'analyses et de contrôle biologique ».
 - **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 edition, 2nd ed. London, pp 59-126.
 - **CLAUDE.F ; CHRISTIANNE.F ; PAUL.M et JEAN.D (1998) :** « Ecologie, Approche scientifique et pratique », 4^{ème} Edition, Lavoisier TEC and DOC, paris.
 - **CORNAZ.A (2004) :** « Evaluation du statu trophique d'un canal de drainage sous l'impact des pollutions d'origine diffuses et ponctuelles », 152p.
 - **DAUSSART.B 1996 :** « Limnologie : l'étude des eaux continentales ». Paris 262p.
 - **DAVEZAC.H, GRANDGUILLOT.G, ROBIN.A et SAOUT.C, 2008 :** « L'eau potable en France 2005-2006 » Paris, 50p.
 - **DDASIF (Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de l'Île de France), 2000 :** « Ammonium ».Ministère de l'emploi et de la solidarité, France p2.
 - **DEGREMONT(1978) :** « Mémento Technique de l'eau », 8^{ème} Edition. Ed. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, 1200 p.
 - **DEGREMONT, 1978 :** « Mémento Technique de l'eau », 8^{ème} édition, ED. Technique et documentation. Lavoisier, Paris 1200 p.
-

Références bibliographiques

- **DEGREMONT, 1989** : « Mémento Technique de l'eau », 9^{ème} édition, Tome1, Ed Technique et documentation. Lavoisier, Paris 592 p.
 - **DELARRAS C (2007)** : « Microbiologique pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire ». Edition Technique et Documentation, Lavoisier, Paris 476 p.
 - **DENTELLE .A (2001)** : « Maintien de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution et lutte contre la pollution » .EP-ADE, Tizi Ouzou.
 - **DROUCHE.M, 2006** : « Traitement des eaux de surface et des eaux de rejet d'huilerie d'olive par ultrafiltration et procédé à oxydation avancée UV/H₂O₂ ».Thèse Doctorat en l'environnement, 122p.
 - **FALL.C (2007)** : « Etude de la qualité de l'eau de robinet et celle de la nappe phréatique dans les différentes communes d'arrondissement du département de Guédiawaye », Dakzr Sénégal, 81p.
 - **GALIBERT Léon(2013)** : « Histoire de l'Algérie »
 - **GAUJOUS.D, 1995** : « la pollution des milieux aquatiques, 2ème édition. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris 220.p.
 - **GEORGE. C, 1963**: Day, E.H."The chemical elements in nature". London U.K.
 - **HAMAIDI .F et al.2006** : « Rotifères de l'oued Chiffa ».
 - **HASLAY et LECLERC(1993)** : « Microbiologie des eaux d'alimentation ». Edition Techniques et documentations, Paris, pp 309-347.
 - **IGBINOSA.E-O et OKOH.A-I (2009)**: « Impact of discharge wastewater effluents on the physicochemical qualities of a receiving watershed in a typical rural community », International Journal of Environment Science Technology pp 175-182.
 - **ISO, (1989)** : « Qualité de l'eau. Dosage de la somme du Calcium et du magnésium. Méthode titrimétrique à la l'EDTA». NA 752, **ISO 6059**. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 5 p.
 - **ISO, (1990)** : « Qualité de l'eau. Dosage de l'ammonium. Méthode par distillation et titrimétrie». NA 1848, **ISO 5664**. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 3 p.
 - **ISO, (1990)** : « Qualité de l'eau. Dosage des chlorures. Titrage au nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur (Méthode de Mohr)». NA 6917, **ISO 9297**. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 2 p.
 - **ISO, (1994)** : « Qualité de l'eau. Dosage des nitrates. Méthode spectrométrique avec l'acide sulfosalicylique ». NA 1656, **ISO 7890/3**. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 5 p.
 - **ISO, (1994)** : « Qualité de l'eau. Dosage du phosphate. Dosage par méthode spectrométrique à l'aide du molybdate d'ammonium». NA 2364, **ISO 6878/1**. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 20 p.
 - **ISO, (1994)** : « Qualité de l'eau. Détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium (indice de permanganate). Méthode à chaud en milieu acide ». NA 2064, **ISO 8467**. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 4 p.
 - **ISO, (1994)** : « Qualité de l'eau. Dosage des nitrites. Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire ». NA 1657, **ISO 6777**. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 5 p.
-

Références bibliographiques

- **JORA (Journal Officiel de la République Algérienne), 2001** : « Décret exécutif n°11-219 du 10 Rajab 1432 correspondant au 12 juin 2011 fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des populations ».
 - **KEMOUKH, 2007** : « Dégradation de la qualité des eaux du barrage de Zerdezas suite à une pollution naturelle wilaya de Skikda », mémoire de magister. Université Batna.
 - **KETTAB .A (1992)** : « Traitement des eaux «les eaux postales ». Office de publication universitaires, Ed., Ben-Aknoun, Alger.
 - **LADJEL, 2005** : « Contrôle des paramètres physico-chimiques et bactériologiques d'une eau de consommation ». [Centre de formation aux métiers de l'eau de Tizi-Ouzou p47].
 - **LADJEL.M, 2004** : « Traitement et fusion multi sensorielle appliqués à la surveillance des eaux potables ». Mémoire magister université de Tizi-Ouzou 142p.
 - **LAIDANI Y, HENINI G, KHATMI B et DELLAL A (2009)** : « Evaluation de la pollution des eaux du sous bassin versant de l'Oued Mina », 12p.
 - **LAYOCHIS. H (1992)** : « Microbiologie appliquée ». Éd., Doin, Paris.
 - **LECOCK .R (1965)** : « Manuel d'analyses alimentaire et d'expertises usuelles ». Tome 1. Éd., Doin.-Deron et cie, Paris.
 - **LEFEVRE J-C ; 1993** : « Les zones humides : espaces en voie de disparition » In Actes du colloques sur les zones humides du littoral aquitain, édition DRAE d'aquitain, Paris 27p.
 - **LIVET .M (2004)** : « Vulnérabilité des ressources en eau et protection des captages pour en alimentation en eau potable », Revue Française des Laboratoires. Pp 23-24.
 - **LOUNNES.A, 2009** : « Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda ».Mémoire magister en Chimie p120.
 - **MARC B ; ETEC S ; REGINE B et DAVID T(2007)**: « Qualité des cours d'eau en Valais », Département des transports, de l'équipement et de l'environnement ; service de la protection de l'environnement, 67 p.
 - **MEYBECK.M; FRIEDRICH.G; THOMAS.R; et CHAPMAN D (1996)**: «River Water quality assessment: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring» CHAPMAN edition, 2nd ed. London pp 59-126.
 - **NKAMBULE.T.I, KRAUSE.R.W.M, MAMBA.B.B, et HAARHOFF.J, 2008**: « Characterization of natural organic matter and its removal using cyclodextrin polyurethanes ». Water South Africa, p200.
 - **OFEV, 2010** : « méthodes d'analyses et d'appréciation des cours d'eau. Analyses physico-chimiques nutriments. Publié par l'Office fédéral de l'environnement, Berne 46p.
 - **OMS (Organisation Mondiale de la Santé) 2013** : « Choléra : Key facts ».Archive sur OMS, Février 2014.
 - **OMS (Organisation Mondiale de la Santé) 2013** : « Donnés épidémiologiques sue la typhoïde (archive) 28 Novembre 2013 ».
 - **PEIXOTO et OORT, 1990** : « L'eau de la surface ».
-

Références bibliographiques

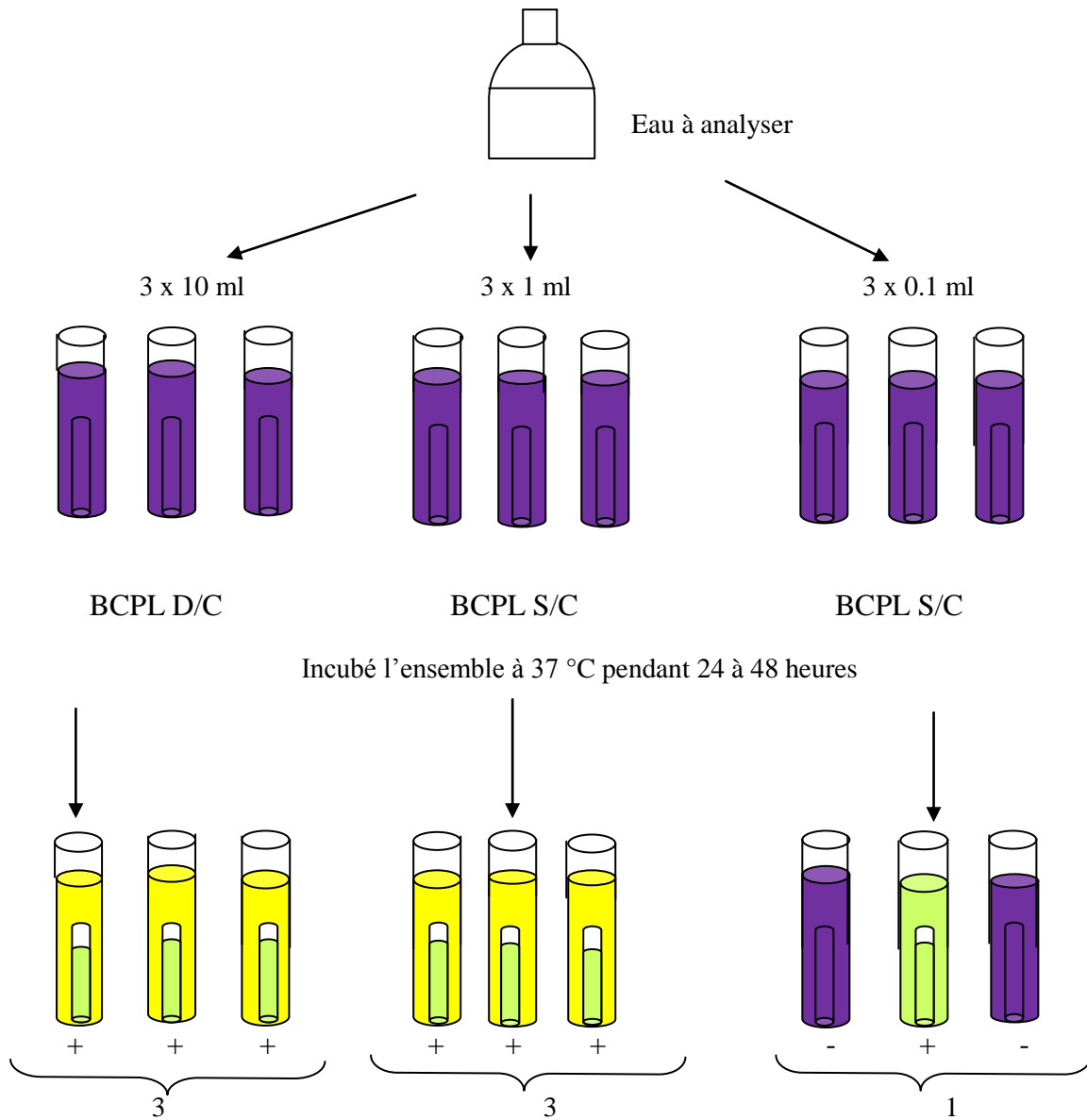
- **PESCOD M.B (1985):** « Design, operation and maintenance of wastewater stabilization ponds in treatment and use of sewage effluent for irrigation ». Ed Pescodand Arar 93-114.
 - **POTELON.J-L et ZISMAN.K (1998) :** « Le guide des analyses de l'eau potable » édition de la lettre du cadre territorial, Paris 1025 p.
 - **RODIER .J, BAZIN.C, CHAMPON.P et RODI.L (1984) :** « L'analyse de l'eau : l'eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer ».7^{ème} édition, Ed.Dunod, Paris.1365p.
 - **RODIER. J, BAZIN.C, BROUTIN.J-P et RODI.L (2005) :** « L'analyse de l'eau : l'eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer ».8^{ème} édition, Ed.Dunod, Paris.1353p.
 - **RODIER. J, BAZIN.C, BROUTIN.J-P et RODI.L (2005) :** « L'analyse de l'eau : l'eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer ».9^{ème} édition, Ed.Dunod, Paris.1530 p.
 - **SATIN. M et SELMI .B (1990) :** « Guide technique de l'assainissement ».2^{ème} édition, Edition REGISBOURRIER. Pp : 42-79.
 - **TARAT-HENRY.M et BEAUDRY.J-P (1992) :** « Chimie des eaux », 2^{ème} édition, le griffon d'argile ; Canada 537p.
 - **TARDAT et HENRY, 1992 :** « Chimie des eaux ». Edition le Griffon d'argile 537p.
 - **THIEBLEMONT A.L (1994):** « Dépolluer les eaux pluviales: contribution d'une stratégie » 309p.
 - **VILAGINES R (2003) :** « EAU, environnement et santé publique : Introduction à l'hydrologie », 2^{ème} Edition, Ed. Technique et Documentation. Lavoisier, 196 p.
 - **VILAIN.M (1989) :** « La production végétale » Vol 2 : la maitrise de technique de la production. ED. Lavoisier (éd. J. Bailliére). Paris-France.
-

ANNEXES

ANNEXE N°I: Les schémas des différentes analyses bactériologiques.

Figure n° 22: Recherche et dénombrement des coliformes :

- Test présomptif : (Recherche des coliformes totaux)

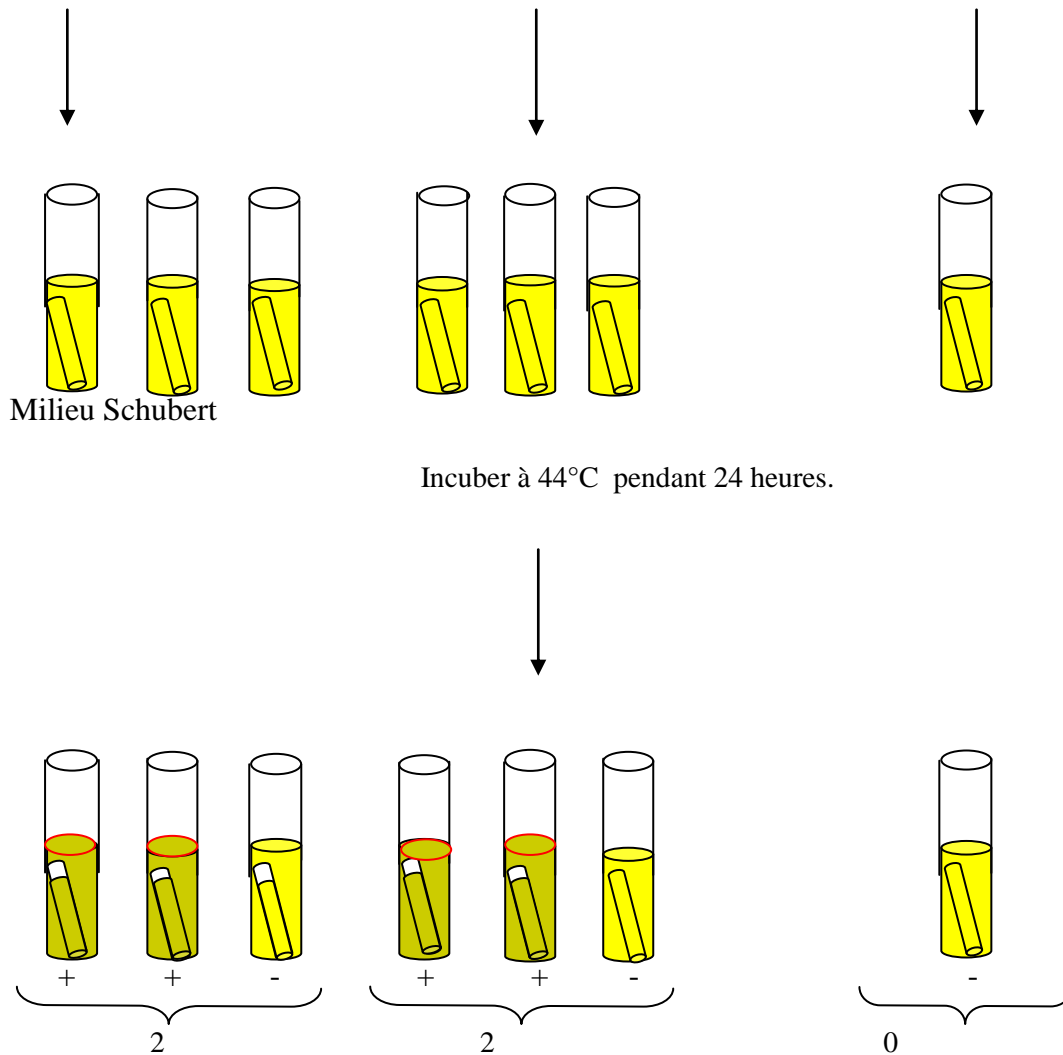


- Virage de la couleur au jaune.
- Un dégagement de gaz (>1/10)

ANNEXES

- **Test confirmatif : (Recherche des coliformes fécaux)**

Repiquage 2 à 3 gouttes de tube positif dans un tube contenant le milieu Schubert + Cloche de Durham :



- **Lecture :**

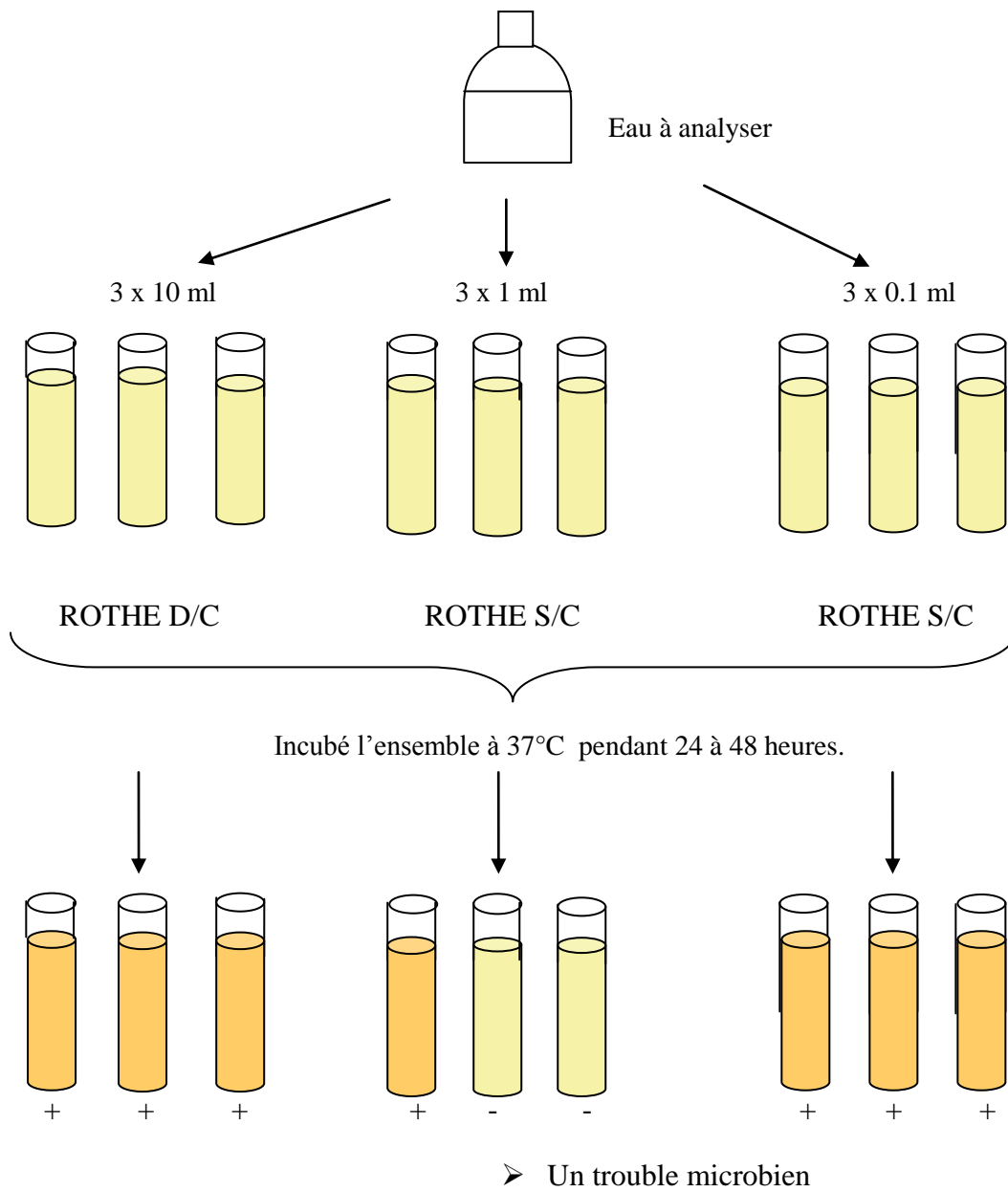
On sélectionne les tubes présentant un trouble du milieu et un dégagement de gaz qu'on additionne de 3 à 4 gouttes de réactif de Kovacs. Lorsqu'un anneau rouge apparaît, le test est considéré comme positif, traduisant l'existence de Coliformes fécaux.

Le dénombrement se fait selon la table de NPP qui correspond au nombre des germes dans 100 ml.

ANNEXES

Figure n° 23 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

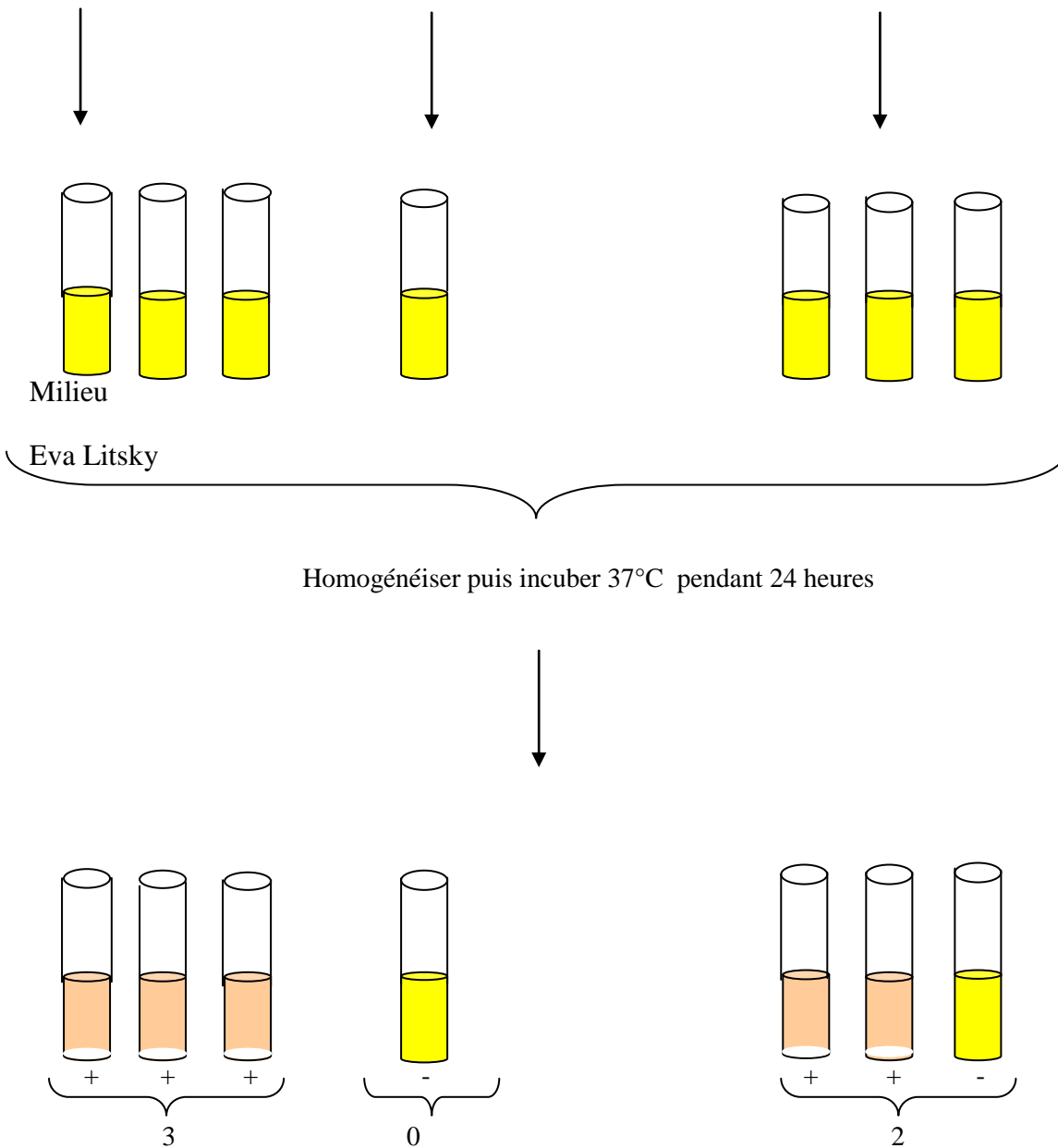
- Test présomptif : (Recherche des streptocoques fécaux)



ANNEXES

- **Test confirmatif :**

A partir des tubes positifs prélever 3 à 4 gouttes et les repiquer dans un tube contenant le milieu EVA Litsky.



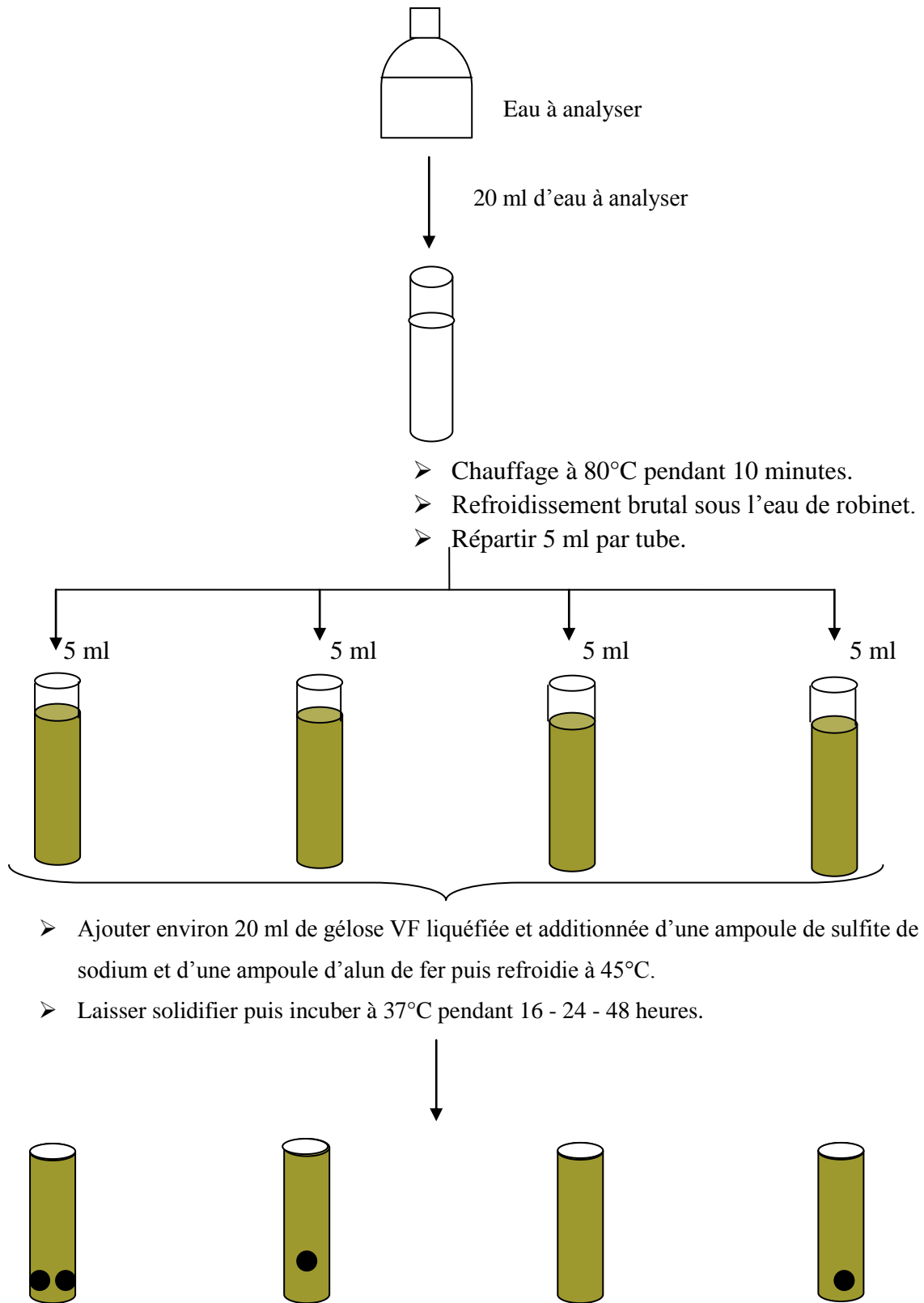
- **Lecture :**

Les tubes présentant un trouble du milieu et une pastille blanchâtre au fond du tube sont considérés comme positifs.

La lecture finale se fait selon la table de NPP.

ANNEXES

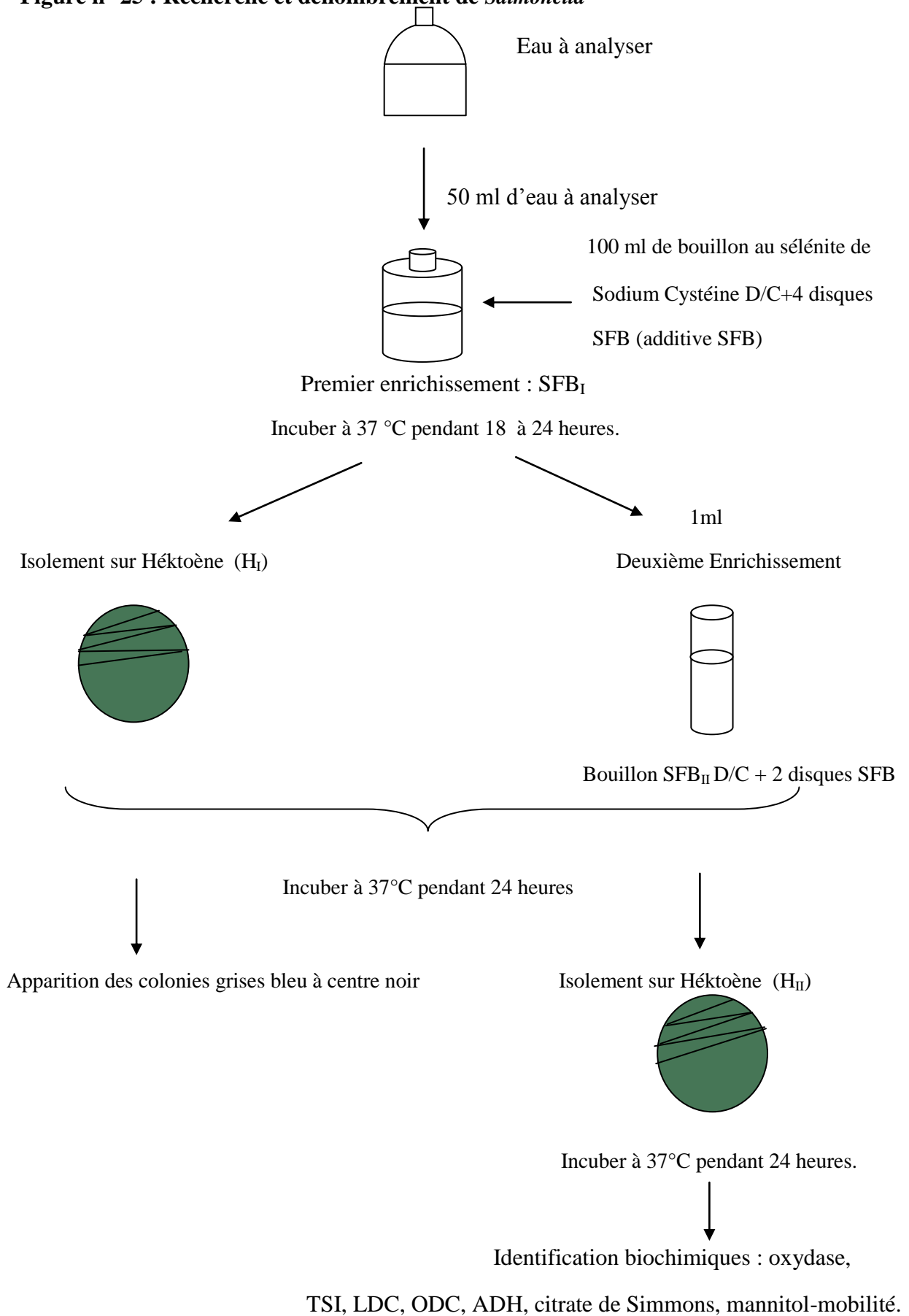
Figure n° 24 : Recherche et dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs :



Lecture : Sont considérés comme positifs, les tubes qui renferment des colonies noires de spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs (C.R.S).

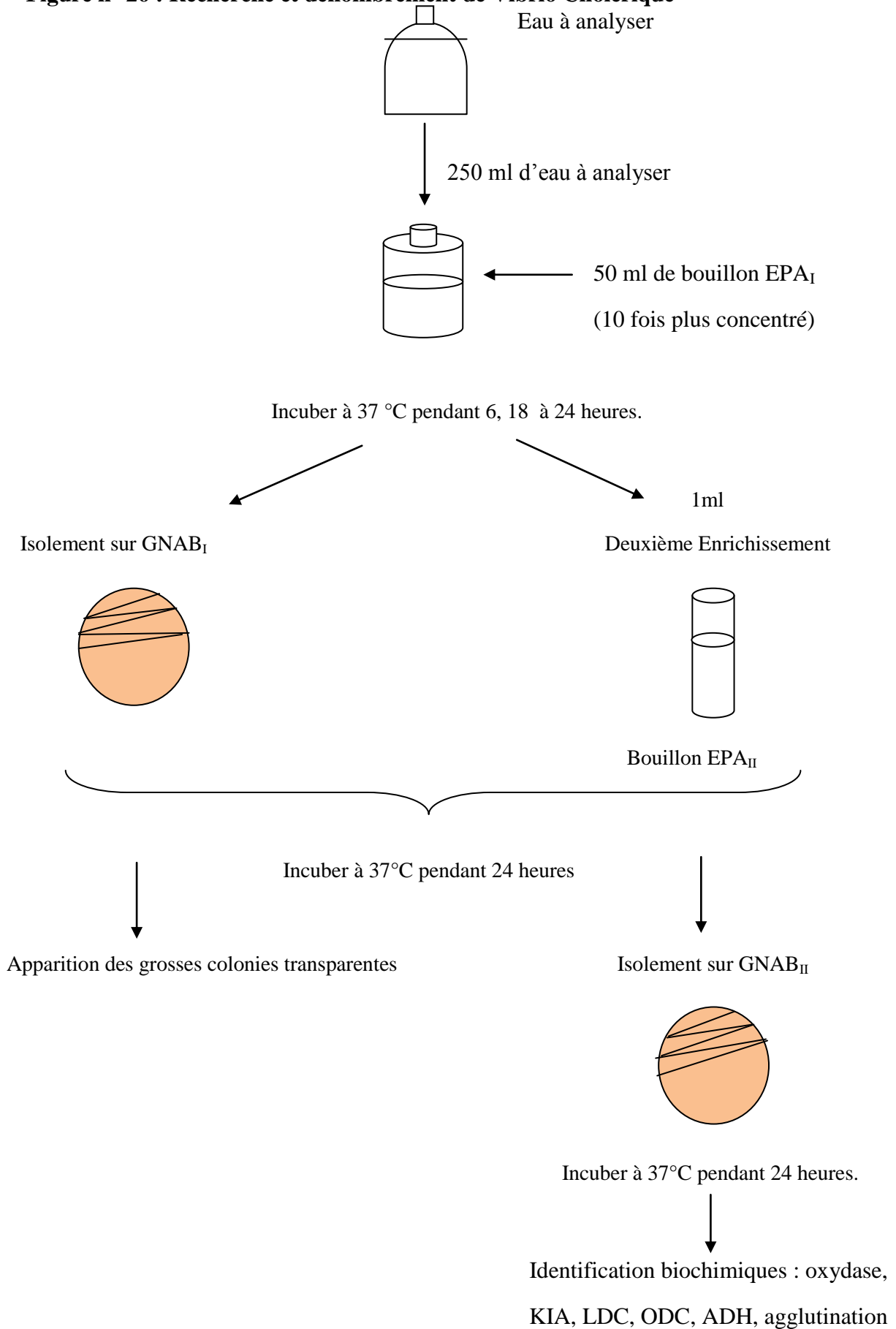
ANNEXES

Figure n° 25 : Recherche et dénombrement de *Salmonella*



ANNEXES

Figure n° 26 : Recherche et dénombrement de *Vibrio Cholérique*



ANNEXES

ANNEXE N°II : Tableau n°02

Table de Mac Grady (NPP)

Système d'ensemencement n° 1 : nombre le plus probable et intervalle de confiance					
Nombre de tubes donnant une Réaction positive sur			NPP Dans 100 ml	Limites de confiance à 95%	
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0.1 ml		Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	1	3	<0.5	9
0	1	0	3	<0.5	13
1	0	0	4	<0.5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	149
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	379
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	1300
3	3	1	460	71	2400
3	3	2	1100	150	4800

ANNEXES

ANNEXE N° III : Matériels non biologiques

1. Matériels utilisé pour les analyses physico-chimiques

**Solutions et réactifs et leurs compositions chimiques :*

Dosage de nitrites :

-Réactif mixte :

Sulfanilamide.....	40 g.
Acide phosphorique.....	100 ml.
N-1-Naphtyl éthylène diamine.....	2 g.
Eau distillée.....	1000 ml.

Dosage des nitrates :

*solution de salicylate de sodium 0,5%

Salicylate de sodium.....	0,5 g.
Eau distillée.....	100 ml.

*solution de soude et de tartrate double de sodium et de potassium

Hydroxyde de sodium NaOH.....	400 g.
Tartrate de sodium et de potassium.....	60 g.
Eau distillée.....	1000 ml, laisser refroidir avant de compléter à 1000 ml.

*acide sulfurique pur (H_2SO_4)

Acide sulfurique.....	150 ml.
Eau distillée.....	150 ml.

Dosage de phosphate :

*Réactif mixte :

A : 13 g d'heptamolybdate d'ammonium.....	100 ml d'eau distillée.
B : 0,35 g de tartrate d'antimoine et de potassium.....	100 ml d'eau distillée.
C : 150 ml d'acide sulfurique pur.....	150 ml d'eau distillée.
(A+ B) + C.....	500 ml d'eau distillée.

*Acide ascorbique à 10% :

10 g acide ascorbique.....	100 ml d'eau distillée.
----------------------------	-------------------------

ANNEXES

Dosage de sulfate :

*solution stabilisante :

Acide chlorydrique.....	60 g.
Ethanol.....	200 ml.
Chlorure de sodium.....	150 g.
Glycérol.....	100 ml.
Eau distillée.....	1000 ml.

*Solution de chlorure de baryum :

Chlorure de baryum.....	150 g.
Acide chlorhydrique.....	5 ml.
Eau distillée.....	1000 ml.

Dosage chlorure :

*Solution de nitrate d'argent à 0,01 N :

Nitrate d'argent.....	1,6987 g.
Eau distillée.....	1000 ml.

*Indicateur coloré chromate de potassium K_2CrO_4 à 10% :

K_2CrO_4	10 g.
Eau distillée.....	1000 ml.

Dosage d'ammonium :

*Réactif I :

Acide dichloroisocyanurique.....	2 g.
Hydroxyde de sodium NaOH.....	32 g.
Eau distillée.....	100 ml.

*Réactif II (coloré) :

Tricitrate de sodium.....	130 g.
Salicylate de sodium.....	130 g.
Nitroprussiate de sodium.....	0,97 g.
Eau distillée.....	1000 ml.

ANNEXES

Dosage des différentes duretés (TH)

*solution d'E.D.T.A N/50 ($C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$) (0,02N ou 0,01M)

EDTA.....3,725 g, après déshydratation à 80°C pendant 2h.

Eau distillée.....1000 ml.

*Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 2 N/

NaOH (pastilles).....80 g.

Eau distillée.....1000 ml.

*Solution d'hydroxyde d'ammonium (NaOH) pH = 10,1 :

Chlorure d'ammonium.....67,5 g.

NH₄OH (25%)570 ml.

E.D.T.A ($C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$).....5 ml.

Eau distillée.....1000 ml.

Conserver la solution dans une bouteille en polyéthylène.

*Indicateurs colorés :

Noir ériochrome : 0,5 dans 25 ml d'éthanol.

Murexide 0,2 g dans 100 g de NaCl.

Dosage du TA et TAC

*Acide minéral dilué (HCl N/10)

*Indicateurs :

-Phénolphtaleines dans l'alcool à 0,5% (0,5 g dans 1000 ml d'alcool).

-Héliantine (ou méthylorange) à 1% en milieu aqueux.

Dosage de la matière organique

*Solution de permanganate de potassium (KM_nO_4) N/80 :

KM_nO_4 3,1608 g.

H₂O distillée bouillante.....1000 ml.

*Solution de sulfate ferreux ammoniacal (N/80) $Fe SO_4 (NH_4)_2 SO_4, 6 H_2O$:

Sulfate ferreux ammoniacal.....5g.

H₂O distillée.....1000 ml.

ANNEXES

*Acide sulfurique :

Acide sulfurique à ½ en volume.....5 ml.

***Appareillage et verreries**

-Flacons de prélèvement en plastique pour les analyses chimiques ;

-Béchers de 50 ml et de 100 ml ;

-Pipettes graduées de 5 ml, 20 ml, et de 100 ml ;

-Erlen Meyers de 200 ml et de 250 ml ;

-Eprouvettes de 25 ml et de 100 ml ;

-Burette ;

-Fioles jaugés de 50 ml ;

-Entonnoires ;

-Papier filtrant ;

-Pissette d'eau distillée ;

-Barreaux magnétique ;

-Paires ;

-Comparateur « Lovibond 2000 ».

-Chronomètre.

-Plaque chauffante « FALC ».

-Turbidimètre « HACH 2100 N Turbidimètre ».

-pH-mètre « HANNA HI 2211 pH/ORP Meter ».

-Conductimètre «HACH Sension 3».

-Spectrophotomètre «HACH ODYSSEY».

-Balance analytique «AG 204 Delta Range».

-Etuve réglable «PROLABO».

-Agitateur «FALC».

2. Matériels utilisé pour les analyses bactériologiques

➤ **Milieux de culture : liquides et solides**

ANNEXES

*Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol (B.C.P.L)

a) Double concentration (D/C)

-Peptone.....	10 g
-Lactose.....	10 g
-Extrait de viande de bœuf.....	06 g
-Pourpre de bromocrésol.....	0,06 g
-Eau distillée.....	1000 ml

b) Simple concentration (S/C)

-peptone.....	05 g
-lactose.....	05 g
-extrait de viande de bœuf.....	03 g
-pourpre de bromocrésol.....	0, 03
-eau distillée.....	1000 ml

*Milieu Indole- mannitol (Schubert)

-Tryptophane.....	0,2 g
-Acide glutamique.....	0,2 g
-sulfate de magnésium.....	0,7 g
-sulfate d'ammonium.....	0,4 g
-Citrate de sodium.....	0,5 g
-Chlorure de sodium.....	0, 2 g
-Tryptone Oxoid.....	10 g

*Bouillon glucosée à l'azide de sodium (ROTH)

a) Double concentration (S/C)

-Tryptone.....	40 g
-Glucose.....	10 g
-Chlorure de sodium.....	10 g
-Phosphate mono potassique.....	5,4 g
-Phosphate bi potassique.....	5, 4 g

ANNEXES

-Azide de sodium.....	0,4 g
-Eau distillée.....	1000 ml

b) Simple concentration (S/C)

-Tryptone.....	20 g
-Glucose.....	05 g
-Chlorure de sodium.....	05 g
-Phosphate mono potassique.....	2,7 g
-Phosphate bi potassique.....	2,7g
-Azide de sodium.....	0, 2g
-Eau distillée.....	1000 ml

***Bouillon glucose à l'éthyle violet et Azide de sodium (EVA)**

-Tryptone.....	20 g
-Glucose.....	5 g
-Chlorure de sodium.....	5 g
-Phosphate mono potassique.....	2,7 g
-Phosphate bi potassique.....	2, 7 g
-Azide de sodium.....	0, 3g
-Ethyle violet.....	0, 3g
-Eau distillée.....	1000 ml

***Gélose viande foie (VF).**

***Gélose Hektoen ; taille ondé, l'ombré.**

***Bouillon au sélénite de sodium cystéine (SFB).**

***Milieu eau peptonée alcaline (EPA).**

***Gélose nutritive alcaline et biliée (GNAB).**

➤ Réactifs, additifs et solutions :

*Eau physiologique stérile.

ANNEXES

*Réactifs de Kovacs.

*Sulfite de sodium.

*Alun de fer.

*Eau de javel.

*Additif Hektoen.

*Additif SFB.

➤ **Appareillage et verrerie :**

-Pipette pasteur stérile à usage unique.

-pipettes graduées stériles de 25 ml.

-Tubes à essai stériles.

-Bec benzen.

-Flacon en verre stérile de 250 ml.

-Lames et lamelles.

-Anse à ensemence bouclée.

-Pince.

-Boîtes de pétri stériles.

-Etuve à 37°C et 44°C.

-Réfrigérateur (CONDOR).

-Bain-marie (SELECTRA).

-Thermomètre.

-Chronomètre.

ANNEXES

ANNEXE N° IV :

Tableau n° 03 : Normes de qualité des eaux superficielles destinées à l'alimentation en eau potable des populations.

Paramètres	Unité	Eaux superficielles	
		OMS	Normes Algériennes
Paramètres physiques			
Température	°C	25	25
Concentration en ions hydrogène (pH)	Unité pH	5,5-9	≥6,5 et ≤9
Conductivité électrique	μS/cm à 20°C	3.000	2800
Turbidité			
Résidu sec	mg/l		
Paramètres physico-Chimiques			
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	0,1	0,1
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	50	50
Phosphate (PO ₄ ⁻²)	mg/l	0,2	10
Sulfate (SO ₄ ⁻²)	mg/l	250	400
Chlorure (Cl ⁻)	mg/l	250	600
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	2	4
Titre hydrotimétrique (TH)	mg/l	--	--
Magnésium (Mg ⁺²)	mg/l	50	
Calcium (Ca ⁺²)	mg/l	100	200
Titre alcalimétrique complet	mg/l	--	--
Bicarbonates	mg/l	--	--
Titre alcalimétrique	mg/l	--	--
Matières organiques	mg/l	5	3
Paramètres Bactériologiques			
Coliformes totaux	UFC/100ml	50000	50000
Coliformes fécaux	UFC/100ml	20000	20000
Streptocoques fécaux	UFC/100ml	10000	10000
Spore d'anaérobies	Spores/20ml	00	00
Sulfite-réducteurs			
Salmonelles	--		Absence dans 1000ml

(OMS ; JORA, 2011)

ANNEXES

Tableau n°04 : Les maladies bactériennes à transmission hydrique.

Quelques maladies à transmission hydrique	Agent pathogène	Principaux modes de transmission à l'homme	Principaux moyens de protection	Réservoir de l'organisme pathogène infectieux	Symptômes de la maladie
Choléra	<i>Vibrio cholerae</i>	Eaux et aliments contaminés par des matières fécales ; eaux d'égouts ; voie fécale-orale	Vaccin peu efficace ; ébullition ou désinfection de l'eau de consommation ; non-consommation de légumes crus	Homme	Vomissement et diarrhées abondantes
Fièvre Typhoïde	<i>Salmonella Typhi</i>	Eaux et aliments contaminés par des eaux d'égouts ; coquillages	Vaccination ébullition ou désinfection des eaux de consommation ; pasteurisation des produits laitiers	Homme	Inflammation intestinale, hémorragies
Fièvre paratyphoïde	<i>Salmonella Paratyphi A, B et C</i>	Eaux et aliments contaminés par des eaux d'égouts ; coquillages	Ebullition ou désinfection des eaux de consommation ; pasteurisation des produits laitiers	Homme	Fièvre, céphalées, diarrhées, douleurs abdominales accompagnées d'un abattement extrême (le tufos) et peuvent avoir des complications graves, parfois mortelles ; hémorragies intestinales, collapsus cardiovasculaires, atteintes hépatiques, respiratoires, neurologiques.
Tétanos	<i>Clostridium Tetani</i>	Spoires de la bactérie introduite par de la terre, de la rouille, etc. Dans une plaie ; contact avec des eaux d'égouts ; injection avec des aiguilles contaminées	Vaccination	Homme, animaux, sol	Contraction incontrôlable des muscles squelettiques.
Diarrhées infectieuses	Diverses bactéries	Eaux et aliments contaminés par des eaux d'égouts ; coquillages	Hygiène ; désinfection de l'eau ; cuisson des aliments ; pasteurisation des produits laitiers	Homme et animaux (pores, bovins, moutons, volailles, chats, chiens, etc).	Selles liquides, vomissement et fièvre. En général, elles n'entraînent pas la mort.
Maladies des légionnaires (légionellose)	<i>Légionella pneumophila</i>	Respiration de gouttelettes d'eau contaminée	Désinfection	Eau (chaude surtout)	Fièvre, myalgies, anorexie, céphalées, symptômes gastro-intestinaux. Elles peuvent être responsables de sinusites, pancréatites, péritonites et pyélonéphrites.

(BRIERE, 1997 ; DEGREMONT, 1978 ; VILAGINES, 2003)

ANNEXES

Tableau n°05 : Les critères d'appréciation globale de la qualité des eaux de rivière.

Classes de qualité des eaux de rivières					
Paramètres physico-chimiques	Unité	1A	1B	2	3
Conductivité	μS/cm à 20°C	≤ 400	400 à 750	750 à 1500	1500 à 3000
Température	°C	≤ 20	20 à 22	22 à 25	25 à 30
Ph		6.5 à 8.5	6.5 à 8.5	6 à 9	5.5 à 9.5
Matière en suspension (MES)	mg/l	≤ 30	30	30	30 à 70
O ₂ dissous	mg/l	> 7	5 à 7	3 à 5	Milieu aérobie à maintenir en permanence
O ₂ dissous	% de saturation	> 90 %	70 à 90	50 à 70	
Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	mg/l	≤ 3	3 à 5	5 à 10	10 à 25
Oxydabilité (KMnO ₄)	//	≤ 3	3 à 5	5 à 10	--
Demande chimique en oxygène (DCO)	//	≤ 20	20 à 25	25 à 40	40 à 80
Azote ammoniacal (NH ₄)	//	≤ 0.1	0.1 à 0.5	0.5 à 2	2 à 8
Nitrates (NO ₃)	//			< 44	44 à 100
Azote kjeldahl total (NTK)	//	≤ 1	1 à 2	2 à 3	--
Fer (Fe)	//	≤ 0.5	0.5 à 1	1 à 0.5	--
Manganèse (Mn)	//	≤ 0.1	0.1 à 0.25	0.25 à 0.50	--
Fluor (F)	//	≤ 0.7	0.7 à 1.7	0.7 à 1.7	> 1.7
Cuivre (Cu)	//	≤ 0.02	0.02 à 0.05	0.05 à 1	> 1
Zinc (Zn)	//	≤ 0.5	0.5 à 1	1 à 5	> 5
Arsenic (As)	//	≤ 0.01	≤ 0.01	0.01 à 0.05	> 0.05
Cadmium (Cd)	//	≤ 0.001	≤ 0.001	≤ 0.001	> 0.001
Chrome (Cr)	//	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05	> 0.05
Cyanures (CN)	//	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05	> 0.05
Plomb (Pb)	//	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05	> 0.05
Mercure (Hg)	//	≤ 0.0005	≤ 0.0005	≤ 0.0005	> 0.0005
Phénols (C ₆ H ₅ OH)	//	--	≤ 0.001	0.001 à 0.05	0.05 à 0.5
Détergents	//	≤ 0.2	≤ 0.2	0.2 à 0.5	> 0.5
Substances extractibles (S.E.C)	//	≤ 0.2	≤ 0.2	0.5 à 1	> 1
Paramètres microbiologiques					
Coliformes	Germe / 100 ml	≤ 50	50 à 5000	5000 à 50000	--
Escherichia coli	//	≤ 20	20 à 2000	2000 à 20000	--
Streptocoques Fécaux		≤ 20	20 à 1000	1000 à 10000	--

(DEGREMONT, 1989)

ANNEXES

Avec

Classe 1A :

Elle caractérise les eaux considérées comme exemptes de pollution, aptes à satisfaire les usages les plus exigeants en qualité.

Classe 1B :

D'une qualité légèrement moindre, ces eaux peuvent néanmoins satisfaire tous les usages.

Classe 2 : (Qualité *passable*) :

Juste apte à l'irrigation, au refroidissement et à la navigation. La vie piscicole peut subsister dans ces eaux, mais cela est aléatoire en période de faible débit ou de fortes températures par exemple.

Hors-classe :

Eaux dépassant la valeur maximale tolérée en classe 3 pour un ou plusieurs paramètres. Elles sont considérées comme inaptées à la plupart des usages et peuvent constituer une menace pour la santé publique et l'environnement.

ANNEXES

Tableau n°06: Résultats des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau d'oued Chiffa.

Paramètres physiques	Dates	S1	S2	S3	S4	S5	Moy	Unité	Norme
Température	P 1(25-02-16)	<i>17</i>	<i>17,2</i>	<i>18</i>	<i>17,5</i>	<i>17,4</i>	<i>17,42</i>	°C	25
	P 2(29-03-16)	<i>17,7</i>	<i>17,4</i>	<i>17,3</i>	<i>18</i>	<i>17,5</i>	<i>17,58</i>		
	P 3(26-04-16)	<i>18</i>	<i>18,1</i>	<i>18,2</i>	<i>18,5</i>	<i>19</i>	<i>18,36</i>		
	P 4(25-05-16)	<i>21,4</i>	<i>22,1</i>	<i>22,7</i>	<i>22,6</i>	<i>22,9</i>	<i>22,34</i>		
Ph	P 1(25-02-16)	<i>8,2</i>	<i>8,28</i>	<i>8,33</i>	<i>8,34</i>	<i>8,36</i>	<i>8,3</i>	Unité pH	5,5-9
	P 2(29-03-16)	<i>8,28</i>	<i>8,33</i>	<i>8,29</i>	<i>8,36</i>	<i>8,34</i>	<i>8,32</i>		
	P 3(26-04-16)	<i>8,17</i>	<i>8,35</i>	<i>8,38</i>	<i>8,38</i>	<i>8,37</i>	<i>8,33</i>		
	P 4(25-05-16)	<i>8,34</i>	<i>8,34</i>	<i>8,26</i>	<i>8,22</i>	<i>8,27</i>	<i>8,28</i>		
Conductivité électrique	P 1(25-02-16)	<i>602</i>	<i>605</i>	<i>598</i>	<i>591</i>	<i>576</i>	<i>594,4</i>	μ S/cm	3000
	P 2(29-03-16)	<i>601</i>	<i>604</i>	<i>589</i>	<i>576</i>	<i>591</i>	<i>592,2</i>		
	P 3(26-04-16)	<i>569</i>	<i>565</i>	<i>560</i>	<i>557</i>	<i>567</i>	<i>563,6</i>		
	P 4(25-05-16)	<i>603</i>	<i>600</i>	<i>611</i>	<i>643</i>	<i>641</i>	<i>619,6</i>		
Résidu sec	P 1(25-02-16)	<i>340</i>	<i>320</i>	<i>410</i>	<i>460</i>	<i>480</i>	<i>402</i>	mg/l	<1500
	P 2(29-03-16)	<i>480</i>	<i>470</i>	<i>370</i>	<i>360</i>	<i>330</i>	<i>402</i>		
	P 3(26-04-16)	<i>240</i>	<i>270</i>	<i>260</i>	<i>220</i>	<i>270</i>	<i>252</i>		
	P 4(25-05-16)	<i>330</i>	<i>290</i>	<i>470</i>	<i>480</i>	<i>370</i>	<i>388</i>		
Turbidité	P 1(25-02-16)	<i>3,2</i>	<i>3,8</i>	<i>8,5</i>	<i>23,2</i>	<i>23,5</i>	<i>12,44</i>	NTU	50
	P 2(29-03-16)	<i>15,1</i>	<i>14,9</i>	<i>17,6</i>	<i>19,8</i>	<i>19,8</i>	<i>17,44</i>		
	P 3(26-04-16)	<i>2,43</i>	<i>4,43</i>	<i>5,32</i>	<i>5,64</i>	<i>6,58</i>	<i>4,88</i>		
	P 4(25-05-16)	<i>3,26</i>	<i>3,84</i>	<i>8,79</i>	<i>26,5</i>	<i>23,1</i>	<i>13,09</i>		

ANNEXES

Minéralisation	Dates	S1	S2	S3	S4	S5	Moyenne	Unité	Norme
Chlorures	P 1 (25-02-2016)	19,2	19,2	23,6	24,8	25,2	22,39	mg/l	250
	P 2(29-03-2016)	19.49	19.49	26.58	24.81	26.58	23,39		
	P 3(26-04-2016)	15,95	17,7	30,1	28,4	31,9	24,81		
	P 4(25-05-2016)	15,95	17,7	30,1	28,4	31,9	24,81		
Sulfate	P 1 (25-02-2016)	72,7	62,7	78,2	74,5	56,62	68,94	mg/l	250
	P 2 (29-03-2016)	73.71	59.7	107.61	48.84	56.76	69,32		
	P 3 (26-04-2016)	114,7	78,2	66,3	74,5	74,32	81,6		
	P 4 (25-05-2016)	114,7	78,2	66,3	74,5	74,32	81,6		
Titre hydrotimétrique (TH)	P 1 (25-02-2016)	285	270	260	230	220	253	mg/l	/
	P 2(29-03-2016)	290	275	265	235	225	258		
	P 3(26-04-2016)	275	245	200	215	190	225		
	P 4(25-05-2016)	250	200	185	190	235	212		
Magnésium	P 1 (25-02-2016)	20,52	20,5	18,4	19,4	18,36	19,44	mg/l	50
	P 2(29-03-2016)	21.6	21.6	18.36	19.44	18.36	19,87		
	P 3(26-04-2016)	20,52	20,5	20,5	18,4	17,28	19,44		
	P 4(25-05-2016)	22,68	20,5	20,5	18,4	20,52	20,52		
Calcium	P1 (25-02-2016)	79,8	73,8	73,4	59,6	57,4	68,8	mg/l	100
	P 2(29-03-2016)	80	72	75.4	162	59.4	89,76		
	P 3(26-04-2016)	75,8	63,8	45,8	55,4	47,2	57,6		
	P 4 (25-05-2016)	62,2	45,8	39,8	45,4	59,8	50,6		

ANNEXES

P, pollution	Dates	S1	S2	S3	S4	S5	Moy	Unité	Norme
Phosphate	P1 (25-02-2016)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0,01	mg/l	0,2
	P 2(29-03-2016)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0,01		
	P 3(26-04-2016)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0,01		
	P 4(25-05-2016)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0,01		
Nitrate	P1 (25-02-2016)	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,22	mg/l	50
	P2 (29-03-2016)	1.31	1.31	1.53	1.36	1.40	1,38		
	P3 (26-04-2016)	0,12	0,06	0,17	0,15	0,16	0,13		
	P4 (25-05-2016)	0,65	0,46	1,49	1,36	1,34	1,06		
Nitrite	P1 (25-02-2016)	0,02	0,02	0.04	0.04	0,06	0,036	mg/l	0,1
	P 2(29-03-2016)	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0,048		
	P 3(26-04-2016)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0,01		
	P 4(25-05-2016)	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,014		
Ammonium	P1 (25-02-2016)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0,01	mg/l	2
	P2 (29-03-2016)	0.13	0.16	0.13	0.08	0.11	0,12		
	P3 (26-04-2016)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0,01		
	P4 (25-05-2016)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0,01		
Matières organiques	P1 (25-02-2016)	5,6	7	5,7	6	6,1	6,08	mg/l	5
	P 2(29-03-2016)	5.5	9.2	5.5	5.7	6.1	6,4		
	P 3(26-04-2016)	1	1,4	5,8	7	3,9	3,82		
	P 4(25-05-2016)	0,9	1,2	1,5	1,7	2,9	1,64		

ANNEXES

ANNEXE N°V : Photos originales de matériel utilisées.



Balance analytique



Etuve à 37°C



Etuve à 44°C



Plaque chauffante



Réfrigérateur



Spectro-photomètre

ANNEXES



Turbidimètre

GLOSSAIRE

- ❖ **Action laxative** : est un produit accélérant le transit intestinal, ramollissant les selles. On utilise les laxatifs pour combattre la constipation. Ils peuvent être absorbés oralement ou par voie rectale.
- ❖ **Alcalinité** : Pouvoir de neutralisation des acides d'une eau. Elle est généralement causée par des ions bicarbonates et des ions de carbonates.
- ❖ **Alcalino-terreux** : constituent la deuxième colonne du tableau de classification périodique des éléments. On peut distinguer les **alcalino-terreux** vrais ; calcium, strontium, baryum, radium ; et deux éléments plus légers : béryllium et magnésium, qui présentent des particularités propres.
- ❖ **Atmosphère** : C'est la couche d'air qui entoure la terre.
- ❖ **Bactéries aérobie** : des bactéries qui ne peuvent se développer qu'en présence d'oxygène libre ou d'air (teneur en oxygène de 21%).
- ❖ **Bactéries anaérobie** : se dit d'une bactérie qui ne tire pas son énergie de l'oxygène et ne peut se développer en présence d'air.
- ❖ **Bactéries** : Microorganismes unicellulaires procaryotes, très répons et de formes très variées.
- ❖ **Brasserie** : lieu où l'on brasse de la bière.
- ❖ **Collines** : est un relief généralement modéré et relativement peu étendu qui s'élève au-dessus d'une plaine ou d'un plateau et se distingue dans le paysage. Les collines peuvent être isolées ou se regrouper en champs de collines.
- ❖ **Corrosion** : Dans le contexte de la distribution d'eau potable, se dit de la détérioration et de la dissolution d'une conduite d'eau en métal au contact d'une eau corrosive.
- ❖ **Déceler** : découvrir une chose qui n'est pas immédiatement perceptible.
- ❖ **Fracas** : bruit semblable à celui d'une chose qui se brise en éclats.
- ❖ **Gisements aquifères souterraines** : situation des cotes de la mer. Position des masses de minéraux dans la terre.
- ❖ **Gram négatif** : Qualification donnée à certaines bactéries qui ne prennent pas le colorant de Gram.
- ❖ **Hyposodé** : c'est un régime fondé sur une diminution des apports alimentaires en sodium.
- ❖ **Incessants** : qui ne cesse pas, qui dure sans interruption.
- ❖ **Maladie gastro-intestinale** : Se dit d'une maladie qui se rapporte à la partie de l'appareil digestif qui comprend l'estomac, l'intestin et tous leurs organes accessoires.
- ❖ **Microorganisme** : Organisme visible uniquement au microscope (bactéries, virus, algues, protozoaires, champignons, etc.).
- ❖ **Neurotoxique** : pathologie, syndrome toxique qui affecte le système nerveux.
- ❖ **Nombre le plus probable (NPP)** : méthode utilisée pour obtenir une estimation statistique du nombre de bactéries présentes dans l'eau. Elle ne donne pas le nombre réel de bactéries.
- ❖ **Oscillation** : est un mouvement ou une fluctuation périodique. Les oscillations sont soit à amplitude constante soit amorties. Elles répondent aux mêmes équations quel que soit le domaine.

- ❖ **Oued** : Nom arabe devenu d'usage comme en hydrologie et désignant un cours d'eau temporaire propre aux régions méditerranéennes et désertique.
- ❖ **Oxydation** : processus par lequel les électrons sont enlevés à des atomes d'hydrogène, ou par lequel est produite une fixation à l'oxygène.
- ❖ **Paramètre** : caractéristique ou aspect mesurable ou quantifiable.
- ❖ **Pathogène** : Se dit d'un organisme capable de causer une maladie chez un autre organisme prédispose.
- ❖ **Période d'étiage** : En hydrologie, l'**étiage** est le débit minimal d'un cours d'eau.
- ❖ **Rivières** : cours d'eau naturel qui se jette dans une autre rivière, un fleuve, la mer, un lac. Son débit est en principe moins abondant que celui d'un fleuve mais plus que celui d'un ruisseau.
- ❖ **Roches gypseuses** : est une roche tendre saline ou une évaporite commune, voire abondante, entièrement cristallisée, composée principalement du minéral gypse, un sulfate doublement hydraté de calcium, décrite par la formule $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$.
- ❖ **Roches poreuses** : c'est des roches qui présente de très petites cavités, et qui est légère au niveau du poids. L'origine de la roche peut être volcanique ou calcaire.
- ❖ **Roches pyrites** : est une espèce minérale composée de disulfure de fer, de formule FeS_2 .
- ❖ **Spore** : Corpuscule reproducteur privé d'un embryon préforme, qui est capable de germination spontanée pour former un nouvel individu ; corpuscule résistant forme par certains microorganismes ; cellule au repos ; corpuscule reproducteur unicellulaire primitif.
- ❖ **Torrents** : courant d'eau impétueux, qui s'enfle rapidement et qui est souvent à sec.



INTRODUCTION



PARTIE

BIBLIOGRAPHIQUE



PARTIE EXPÉRIMENTALE



MATÉRIEL
ET MÉTHODES



CONCLUSION



RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES



ANNEXES



*RÉSULTATS ET
DISCUSSIONS*