

République Algérienne Démocratique et Populaires

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université SAAD DAHLAB - BLIDA 1 -

Domaine Science de la nature et de la vie

Département de Biologie et Physiologie Cellulaire



UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA



UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA

Filière: Hydrobiologie marine et continentale

Mémoire de Fin d'Etude en vue de l'obtention

Du diplôme de Master en Biologie

Option : Biodiversité, fonctionnement des écosystèmes et Restauration
des

milieux aquatiques continentaux

Thème

:

**Evaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de
L'eau de l'oued MENACER (Wilaya de Tipaza)**

Présenter par :

Mme KARA AMEL

Melle DACHA AMAL

Soutenu devant les jurys:

M^{me} CHAICHI.W MAA Université Blida 01 Présidente

M^{me} KHETTAR.S MAA Université Blida01 Examinatrice

M^{me} M^{ed} MAHMOUD F. MCB Université Blida 01 Promotrice

Année : 2016/2017

INTRODUCTION

L'eau est l'élément naturel indispensable à la vie et à la satisfaction des différents besoins humains, elle est considérée comme une source de bien-être et de progrès, mais aussi un facteur de production et de richesses grâce à l'agriculture, l'élevage et l'industrie (BOUZIANI, 2000). Elle peut être aussi une source de maladies à cause de la pollution par des rejets industriels, des eaux usées, des déchets ménagers ou agricoles, des excréta et divers déchets organiques (SCALON et *al*, 2005).

La détérioration de la qualité des ressources en eau constitue une menace aussi importante que celle liée au déséquilibre quantitatif (EL ADDOULI et *al*, 2009a). Les sources de pollution des eaux sont diverses et multiples. Les eaux superficielles sont menacées par les rejets des polluants industriels, domestiques, agricoles, atmosphériques et thermiques. Les activités anthropiques sont à l'origine de la plupart des problèmes de pollution des cours d'eau (MAKHOUKH et *al*, 2011).

En outre, la croissance démographique accompagnée d'une urbanisation rapide et le manque de sensibilisation de la population envers la protection de l'environnement conduisent autant au déséquilibre de l'écosystème et dégénèrent des éléments polluants qui peuvent affecter la qualité physico-chimique et biologique des milieux aquatiques récepteurs mais aussi altèrent les usages d'eau (MAKHOUKH et *al*, 2011).

En Algérie, les ressources en eau existantes sont également menacées par ces différents types de pollution, En effet les oueds sont devenus de véritables dépotoirs, en ce sens, ils charrient toutes sortes de rejets liquides et solides et constituent un danger pour la population (GUSSMI et *al*, 2006). Le contrôle et la surveillance de la qualité des eaux de surface et les eaux souterraines devraient susciter un intérêt particulier, ils doivent avoir comme objectifs majeurs la préservation de la santé de la population et le dépistage de tous types de pollution qui peuvent nuire à la santé humaine (EL OUALI LALAMI et *al*, 2011).

Cette étude qui a pour but d'évaluer d'une part la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de quatre stations localisées sur le long de l'oued Menacer situées dans la wilaya de Tipaza. L'évaluation de la résistance aux antibiotiques d'un germe responsable de la pollution microbiologique qui est *Escherichia coli* été également étudiée.

I. MATERIEL ET METHODES

Cette étude consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux superficielles de oued Menacer (wilaya de Tipaza) durant une période allant du mois de février jusqu'au mois de Mai de l'année 2017.

Les différentes analyses ont été réalisées au niveau de plusieurs laboratoires à savoir : le laboratoire de la SEAAL de SIDI AMER (wilaya de Tipaza) pour les analyses physico-chimique et les laboratoires d'hygiène de Tipaza et Blida pour les analyses bactériologiques.

I.1.Matériel

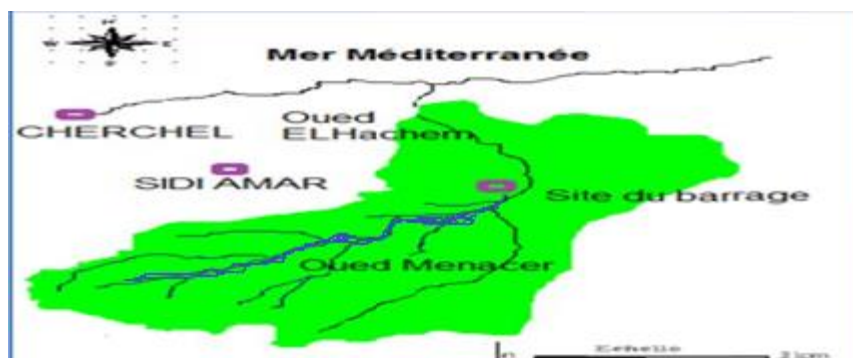
Oued Menacer été le siège de quatre stations localisées dans oued, à raison de Quatre mois quatre prélèvements durant la période de ce travail, un prélèvement par mois ce qui signifie 16 prélèvements étudiés au total.

Le matériel non biologique est représenté par la verrerie comme les flacons de prélèvement, les boîtes de pétri ou par les milieux de cultures, les réactifs et les différents appareillages (voir annexe III).

I.2.Description de site d'étude

I.2.1.Situation géographique :

L'Oued Menacer située au Nord-Ouest du grand plaine de Mitidja et localisée à environ 1,5 km du village de Sidi Amar de la Wilaya de , il prend sa source dans les monts de Ain Defla et coule au fond des gorges de la Menacer, il alimente le barrage de Boukourdane.



(EL HAOUATI et al.;, 2013)

Figure 01 : Localisation géographique du oued Menacer para port à la plaine de Mitidja

I.2.2.Choix des stations de prélèvement

L'oued Menacer appartient au réseau hydrographique superficiel de la région de Sidi Amar, prenant naissance au Nord-Ouest de Mitidja. Quatre stations ont été choisies sur le lit naturel de l'oued Menacer en fonction de l'implantation des activités humaines et industrielles. Ces points de prélèvement sont de l'amont vers l'aval : la distance entre le premier site et la troisième site est 1,1 km, et 1.2 km entre la deuxième et la troisième site, et la distance entre la troisième et la quatrième site est 1 km.

-S1 : Station en amont de l'oued Menacer avec une altitude de 627 m, les végétations remarquables sont : la chaîne liège (*Quercus suber*), Junius.

- S2 : Station recevant l'effluent domestique de la ville de Menacer avec une altitude de 490 m les végétations remarquables sont : caroubier (*Ceratonia siliqua*).

-S3, Station située à proximité de l'unité industrielle de briquetiers Menacer avec une altitude de 420 m, les espèces végétales remarquables sont: le chêne vert (*Quercus ilux*), l'olivier (*oléa europea*)

-S4, Station située à l'aval de l'oued Menacer, recevant les effluents industriels, domestiques et agricoles avec une attitude de 78 m, les espèces végétales remarquables sont :laurier rose(*Nuruir oleander*).



Figure 02 :Localisation des stations de prélèvement (Google Maps)



Figure 03 : station de prélèvement N°1.



Figure 04 : station de prélèvement N°2.

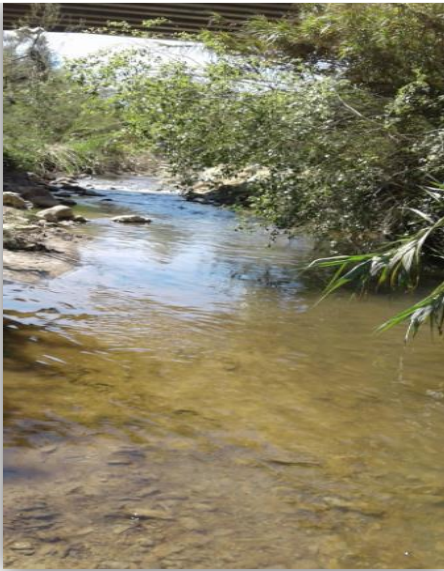


Figure 05 : station de prélèvement N°3.



Figure 06 : station de prélèvement N°4.

I.3.Méthodes

I.3.1.Prélèvement et transport 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 stériles de 250 ml pour les analyses microbiologiques. Les échantillons sont conservés immédiatement dans une glacière avec une réserve de froid suffisante pour garder une température inférieure à 4°C jusqu'à l'arrivée au laboratoire.

- les échantillons prélevés ont subis des analyses contenant La température, Le potentiel d'hydrogène (pH), La conductivité électrique (CE), Nitrate (NO_3^-), Nitrite (NO_2^-), Ammonium (NH_4^+), Phosphate (PO_4^{3-}), Chlorure (Cl^-), Sulfate (SO_4^{2-}) et la dureté (TH).ainsi que des analyses microbiologiques basée sur la Recherche et dénombrement des coliformes totaux , des coliformes fécaux ,des streptocoques fécaux ,des spores de Clostridium sulfito-réducteurs ,et des germes pathogènes.

I.3.2.Analyses physico-chimiques

A) Mesure de la température

La détermination de la température de l'échantillon d'eau est effectuée par mesure in situ à l'aide d'un thermomètre à mercure.

Mode opératoire :

Le thermomètre à mercure est immergé directement dans l'eau de oued Menacer, et la lecture est faite après 10 minutes.

Les résultats sont exprimés en degré Celsius.

B) Détermination du pH

- Introduire l'électrode du pH-mètre (HACH sensION+) préalablement rincée avec de l'eau distillée dans un bécher contenant l'échantillon à analyser ;
- Agiter doucement avec un barreau magnétique ;
- Appuyer sur la touche (Read/Entrer), les valeurs du pH évoluent jusqu'à stabilisation, un bip sonore indique la stabilité de la valeur, noter cette dernière ;
- La valeur du pH est donnée directement par l'appareil;
- A la fin de la mesure, rincer l'électrode avec de l'eau distillée et la placer dans la solution de conservation KCl.

C) Détermination de la Conductivité électrique

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

Mode opératoire

- Allumer le conductimètre puis rincer les deux électrodes avec de l'eau distillée.
- Plonger la sonde dans le bécher contenant l'eau à analyser.
- Régler la température puis appuyer sur la touche (COND) pour mesurer la conductivité.
- La lecture finale se fait lorsque la valeur devient stable.

La conductivité électrique est exprimée en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{Cm}$).

D) Mesure de la turbidité

La mesure de la turbidité 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 à l'aide du turbidimètre .Les résultats sont exprimés en Néphlometric Turbidity Unit (NTU).

I.3.2.2.Dosage des paramètres chimiques

* 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 paranitrosalicylate de Sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

Mode opératoire

- introduire 10 ml d'eau à analyser dans des capsules de 60 ml.
- Ajouter 2 à 3 gouttes d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 30%.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium de concentration 800,55mole/l et agiter soigneusement.
- Mettre les capsules dans l'étuve à 75°C - 80°C pendant 2 heures jusqu'à obtention d'un résidu.
- Faire sortir les capsules de l'étuve et les laisser refroidir dans un dessiccateur.
- Ajouter 2 ml d'acide sulfurique concentré au résidu et attendre 10 minutes.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée puis 15 ml de la solution de tartrate double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune.
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre (Hach) DR 2800 et 4000 à la longueur d'onde 420 nm.

Les résultats sont exprimés en N-NO₃ mg/l, la quantité en NO₃ est calculée par la relation suivante : (SEAAL, 2009).

$$\text{NO}_3/\text{N} = 4,43 \rightarrow \text{NO}_3 = 4,43 * \text{N}$$

*** Dosage des nitrites****Principe**

Le dosage des nitrites est réalisée à selon une réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, à pH 1,9 avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide ,en présence d'acide ortho phosphorique ,ils forment un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlor-hydrate de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane ,une logeurs d'onde l'absorbance est mesuré à 540 nm.

Mode opératoire

- Prendre 40 ml d'eau a analysé dans une fiole de 50 ml.

- Ajouter 1 ml de réactif coloré.
- Homogénéiser immédiatement et compléter à 50ml.
- Laisser reposer au moins 20 minutes.
- Effectuer la mesure spectrophotométrique à la longueur d'onde 540 nm.

Les résultats sont exprimés en mg/l.

***Dosage de l'azote ammoniacal (NH_4^+)**

Principe

La détermination de l'azote ammoniacal est basée sur la formation d'un complexe coloré (vert) entre l'ion ammonium (NH_4^+), le salicylate de sodium ($\text{C}_7\text{H}_5\text{NaO}_3$) et du chlore en milieu alcalin. La source de chlore est fournie par une solution de dichloroisocyanurate de sodium.

Mode opératoire

- Prendre 40 ml d'eau à analyser dans une fiole de 50 ml.
- Ajouter 4 ml de réactif coloré, homogénéiser.
- Ajouter 4 ml du réactif de dichloroisocyanurate de sodium, homogénéiser, et compléter à 50 ml.
- Laisser reposer au moins 60 minutes.
- Effectuer la mesure spectrophotométrique (Norme ISO 7150/1) à la longueur d'onde de 655 nm.

Les résultats sont exprimés en mg/l.

***Dosage des phosphates (PO_4^{3-})**

Principe

Le molybdate d'ammonium réagit avec les ortho-phosphate en milieu acide pour former l'acide phosphorique, celui-ci est réduit en bleu de molybdène par l'acide

ascorbique.

Les silicates n'interfèrent pas même à des concentrations élevées.

Mode opératoire

- Prendre les 40 ml d'eau à analyser dans une fiole de 50 ml.
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique.
- Au bout de 30 secondes, ajouter 2 ml de la solution de molybdate d'ammonium.
- Laisser reposer au moins 30 minutes.
- Effectuer la lecture au spectrophotomètre Norme NF EN ISO 6878 à la longueur d'onde de 655 nm.

Les résultats sont exprimées en mg /l.

*** 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 de chlorure réagissent avec les ions d'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. Durent le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9,5, afin de permettre la précipitation.

Mode opératoire :

Mettre 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 (CaCO₃) et trois gouttes de chromates 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 :

$$[Cl](mg/L) = \frac{V_s - V_b}{V_a} C.F$$

V_s : volume de nitrate d'argent utilisé pour le titrage de l'échantillon (ISO9297,1990).

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

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

F : 35453 mg/mol, facteur de conversion.

C = $[AgNO_3]$ = 0,02 mg/L

***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 $BaCl_2$ (chlorure de Baryum) (LADJEL., 2009).

Mode opératoire :

-Prendre 20 ml d'échantillon à analyser et ajouter 5 ml de la solution de stabilisation, agiter quelques secondes (agitation mécanique long)

-Ajouter 2 ml de chlorure de Baryum.

-Compléter avec 100 ml d'eau distillée.

-Laisser pendant 1min sous agitation mécanique rapide.

-Remplir rapidement la cuve avec l'échantillon à analyser, L'insérer sans prendre de temps dans l'appareil et appuyer sur Start .

Les résultats sont exprimer en mg /l

***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 titrage 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, 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 :

La dureté (f) = v (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 CaCO_3 .

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

$\text{TH mg} = 5 \times 0.9 \times V1 = \text{TH mg mg/l}$

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 :

$$\text{TH (ca)} = \text{TH (total)} - \text{TH (Mg)} = F$$

Avec : 1 F = 4 mg/l de ca.

I.3.3 Analyses Bactériologiques

L'isolement et le dénombrement des bactéries d'origines hydriques s'effectue par la méthode de filtration et qui est fondée sur la filtration de l'échantillon à analyser à travers une membrane filtrante stérile possédant une porosité de $0.45\mu\text{m}$, suffisante pour retenir les bactéries. Cette méthode par filtration est normalisée nécessite la disponibilité d'une rampe de filtration. Par contre, la recherche des *Vibrio* et *Salmonella* sont effectuée en milieu liquide (Voir protocole des analyses bactériologiques en Annexe).



Figure 07 : La rampe de filtration (photo original)

I.3.3.1-Préparation des dilutions

Les analyses bactériologiques des eaux brutes de oued Menacer, sont procéder par la réalisation d'une série de suspensions ou dilution de 10^{-1} , en vue de réduire le nombre de microorganismes par unité de volume et pour permettre après incubation d'effectuer le dénombrement des colonies. Pour cela, nous avons procédé selon la norme NF EN ISO 6887-1 :

- Prendre un flacon stériles contenant 450 ml d'eau distillé stérile ;
- Ajoutez 50 ml de l'échantillon à analyser, fermer et agiter le flacon : la suspension obtenue est de 10^{-1} .

I.3.3.2-Colimétrie et Stréptométrie par filtration sur membrane

La filtration sur membrane permet de compter les coliformes et les streptocoques en faisant passer à travers le filtre à pores suffisamment petits ($0,45\mu\text{m}$), un volume connu d'échantillon d'eaux résiduaires (ou d'une dilution de cet échantillon). Il est ensuite placé sur un tampon absorbant saturé d'un milieu de culture (gélose au Tergitol pour les coliformes et Slanetz pour les streptocoques), Pendant l'incubation, chacune des bactéries donne naissance à une colonie bactérienne. Une fois l'incubation est terminée, le nombre de colonies et compte ainsi que le nombre de bactéries pour 100 ml d'eau (OMS, 1997).

Les étapes du protocole opératoire sont mentionnées ci-dessous :

- Stériliser un entonnoir de la rampe de filtration à l'aide d'un bec bunsen ;
- Le refroidir soit avec l'eau à analyser ou bien avec de l'eau distillée ;
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de $0,45\ \mu\text{m}$ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile ;
- Fixer ce dernier avec la pince correspondante ;
- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser ;
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane ;
- Retirer la membrane avec une pince stérile, déposer la dans une boîte Pétrie de 45 mm de diamètre contenant de la gélose (face contaminée en haut) ;
- Incuber la boîte dans l'étuve :
 - ✓ Pour la recherche de coliformes totaux et les streptocoques à $37\ ^\circ\text{C}$ pendant 24 heures ;
 - ✓ Pour la recherche de coliformes thermotolérants à $44\ ^\circ\text{C}$ pendant 24 heures.

- Lecture et interprétation :

Les coliformes totaux et fécaux apparaissent sous forme de petites colonies jaunes ou orangées lisses légèrement bombées.

- Les streptocoques fécaux apparaissent sous forme de petites colonies rouges, marron ou roses, lisses, est légèrement bombées.

- Les résultats sont exprimés en nombre de colonies trouvées par 100 ml d'eau à analyser suivant la formule qui suit :

$$\text{Nombre de colonies} = \frac{C \times 100}{d \times 10}$$

C : Nombre de colonies comptées sur les boîtes.

D : Dilution utilisée.

I.3.3.3-Recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfito-réducteurs

La recherche de Clostridium sulfito-réducteurs est basée sur la recherche des formes sporulées.

Technique

-Agiter soigneusement l'eau à analyser et introduire environ 25 ml dans un tube stérile

-Chauffer à 80 °C pendant 10 à 15 minutes

-Après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet, pour faire un choc thermique, afin d'éliminer toutes les formes végétatives et préserver les formes sporogènes

- Répartir le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents stériles, à raison de 5 ml par tube ;

-Ajouter 20 ml de gélose viande foie (VF), fondue puis refroidie à 45±1 °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 paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber 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 anaérobies sulfito-réductrices des ASR sont envahissantes dans ces conditions le tube est complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire, en utilisant des dilutions décimales de 10⁻² voire 10⁻³. La deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième donc la dernière à 48 heures.

-Dénombrer tous les colonies noires de 0,5 mm de diamètre, poussant en masse, en excluant d'emblée les colonies qui seraient développées en zone aérobies-anaérobies, soit jusqu'à 1 cm en-dessous de niveau de la gélose.

-Les colonies entourées d'un halo noir sont comptées comme susceptibles de provenir de bactéries anaérobies sporulées sulfito-réductrices (voir figure 31 annexe N°I).

I.3.3.4-Recherche des salmonelles

La recherche des salmonelles est réalisée en 04 étapes :

Jour1 : Enrichissement primaire.

-Le premier enrichissement s'effectue sur le milieu de Sélénite– Cystéine D/C réparti à raison de 100 ml par flacon ;

-Ce dernier sera doncensemencé à l'aide de 100 ml d'eau à analyser,

-la solution obtenue est appelée **Bouillon au Sélénite de Sodium Cystéine(SFB_I)**, elle est incubé à 37 °C pendant 18 à 24heures (**voir annexe**).

Jour 2 : Enrichissement secondaire et isolement.

La solution SFB_I incubée la veille pour effectuer :

-D'une part, d'un deuxième enrichissement sur le milieu Sélénite cystéine en tubes (solution SFB_{II}) à raison de 1ml par tube ;

-D'autre part, d'un isolement sur gélose Hektoen_I (H_I). L'incubation se fait donc à 37°C pendant 18 à 24 heures.

Jour 3 : Enrichissement tertiaire et isolement

A partir du bouillon SFB_{II}, isolé sur gélose Hektoen_{II} (H_{II}), Prendre 1 ml de SFB_{II} et introduit dans un bouillon Sélénite-cystéine (SFB_{III}).L'incubation se fait donc à 37 °C pendant 18 à 24 heures.

Jour 4 : Lecture des boites et identification.

-D'une part, le tube de Sélénite fera l'objet d'un isolement ;

-D'autre part, la boite de gélose HEKTOEN subira une lecture en tenant compte du fait que les salmonelles se présentent le plus souvent sous forme de colonies de couleur gris bleu à centre noir.

Les colonies suspectées subiront une identification biochimique (voir figure 33 annexe N°I).

I.3.3.5-Recherche des Vibrions cholériques

La recherche des vibrions cholériques se fait en 4 étapes.

1^{ère} étape : Un enrichissement primaire s'effectue sur le milieu Eau Peptonée Alcaline (EPA). A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 250 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu EPA 10 fois concentré, puis incubé à 37°C pendant 6, 18 à 24 heures. La solution obtenue est appelée EPA_I.

2^{ème} étape : La solution EPA_I fera l'objet, d'une part d'un deuxième enrichissement (EPA_{II}) qui consiste à ensemencer 1ml d'EPA_I dans un tube contenant 10 ml d'EPA, d'autre part, d'un isolement sur GNAB_I (Gélose Nutritive Alcaline Biliée). L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

3^{ème} étape : Consiste d'une part à l'isolement du tube EPA_{II} sur GNAB_{II} puis L'incubation est réalisée à 37 °C pendant 24 heures et d'autre part à la lecture de la boîte gélose GNAB_I, en tenant compte que les Vibrions se représentent le plus souvent sous forme des grosses colonies lisses et transparentes caractéristiques.

4^{ème} étape : La lecture de boîtes de gélose GNAB_{II} est effectuée avec une identification biochimique s'il s'agit des colonies suspectées (voir figure 33 annexe N°I).

I.3.3.6-Recherche d'*Escherichia coli* :

Escherichia coli correspond à des coliformes thermotolérants qui produisent l'indole à partir de tryptophane à 44°C (RODIER et al, 2005).

Mode opératoire :

Examiner les membranes de filtration et considérer comme bactéries lactose-positives toutes les colonies typiques, quelle que soit leurs tailles, si le milieu sous la membrane présente une coloration jaune.

A partir de la boîte de petri contenant la gélose lactosée au TTC tergitol et incubé à 44 °C pendant 24 heures repiquer 5 à 10 colonies bien déterminées respectivement sur :

- Le milieu TSA(Triple Sugar Agar) : déposer la colonie en stries sur toute la surface du milieu avec un piquet central.
- Le gélose nutritive :déposer la colonie en stries sur toute la surface du milieu Incuber à 36± 2 °C pendant 22± 2 H.

Après la période d'incubation, effectuer le double test de confirmation suivant :

- Sur la gélose nutritive, effectuer un essai à l'oxydase comme suit :
- Imbiber un disque d'oxydase avec une goutte d'eau distillée stérile et déposer à l'aide d'une pipette stérile la colonie.

-La réaction positive, correspond à l'apparition d'une couleur violette dans les 30 secondes qui suivent.

- Incuber le tube contenant le bouillon au tryptophane à 37°C pendant 24h et contrôler la production d'indole en ajoutant 0,2 ml à 0,3 ml de réactif de Kovacs. (l'apparition d'un anneau rouge à la surface du bouillon confirme la production d'indole).

***Interprétation du test de confirmation**

Toutes les colonies ayant une réaction négative à l'oxydase, mais positive à l'indole, sont des *Escherichia coli*.

I.3.3.37. Antibiogramme

Principe

Tester la sensibilité de deux souche bactérienne (*E.coli*) pour chaque prélèvement aux antibiotiques et cela afin de tester la résistance de cette dernière et de suivre les bactéries multirésistantes.

Antibiogramme par diffusion des disques

Selon SAEN, (2011) L'antibiogramme devra être réalisé obligatoirement sur milieu de Mueller-Hinton.

Mode opératoire

*** Préparation de l'inoculum**

A partir d'une culture pure de 18 à 24 heures sur milieu d'isolement approprié, racler à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques.

Selon SAEN, (2011) bien décharger l'anse dans 5 à 10 ml d'eau physiologique stérile, bien homogénéiser la suspension bactérienne, et il doit êtreensemencé dans les 15 minutes qui suivent sa préparation (SAEN, 2011).

*** Ensemencement**

- Un écouvillon stérile est trempé dans l'inoculum et essoré en le pressant fermement (et en le tournant) contre la paroi interne du tube afin de décharger au maximum.
- En frottant l'écouvillon sur la totalité de la surface de gélose, et séchant de haute en bas en stries serrées. L'opération est répétée deux fois en tournant la boîte 60° à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même.

Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.

- Dans le cas où il y a plusieurs boîtes de Pétri à ensemer, il faut recharger l'écouvillon à chaque fois .

***Application des disques d'antibiotiques**

- Il est préférable de ne pas mettre plus de cinq disques d'antibiotiques sur une boîte de 90 mm (nous avons appliqué trois à quatre disques d'antibiotiques pour chaque boîte).
- Presser chaque disque d'antibiotique à l'aide d'une pince stérile et ne pas déplacer les disques après application.
- Laisser les boîtes 20 minutes à la température ambiante pour permettre une prédiffusion de l'antibiotique. Incuber les boîtes dans l'étuve à 37 °C pendant 18-24 heures (SAEN, 2011). La liste des antibiotiques à tester selon la bactérie isolée est présentée dans le (Tableau VII).

***Lecture :**

- Les diamètres des zones d'inhibition sont mesurés avec précision à l'aide d'un pied à coulisse, les mesures seront prises en procédant par transparence à travers le fond de la boîte de Pétri fermée
- Les bactéries sont classées dans l'une des catégories R, I, S par la comparaison de la zone d'inhibition aux valeurs critiques citées dans la standardisation de l'antibiogramme à l'échelle nationale selon SAEN, (2011) (Tableau VII).

Tableau III: Les antibiotiques testés ainsi que les valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour les entérobactéries (K. RAHAL et al ; 2014)

Antibiotique testés	Signes	Diamètres critiques		
		Résistant	Intermédiaire	Sensible
Amoxicilline	AX 10	≤13	14-17	>18
Céphazoline	CZ 30	≤19	20-22	≥23
Imipénème	IMP10	≤19	20-22	≥23
Gentamicine	CN 10	≤12	13-14	≥15
Chloramphénicol	C30	≤12	13-15	≥16
Colistine sulfate	CT 25	≤10	11-13	≥14

Tableau IV : Résultats de l'analyse de l'antibiorésistance d'*E. coli*.

TB	P1 (19/02/2017)		P2 (19/03/201)		P3 (16/04/201)		P4 (14/05/201)	
	Site01	Site 04	Site01	Site 04	Site01	Site 04	Site01	Site 04
Amoxicilline AX 10	R r = 10 mm	R r = 09 mm	R r = 10 mm	R r = 11 mm	R r = 02 mm	R r = 0 mm	R r = 08 mm	R r = 09 mm
Céphazoline CZ30	R r = 16 mm	R r = 5 mm	R r = 9 mm	R r = 11 mm	R r = 02 mm	R r = 0 mm	R r = 13 mm	R r = 19 mm
Imipenème IMP10	S r = 35 mm	S r = 55 mm	S r = 35 mm	S r = 40 mm	S r = 34 mm	S r = 39 mm	S r = 35 mm	S r = 25 mm
Gentamicine CN 10	S r = 31 mm	S r = 20 mm	S r = 25 mm	S r = 22 mm	S r = 30 mm	S r = 15 mm	S r = 24 mm	S r = 20 mm
Chloramphénicol C30	S r = 21 mm	S r = 39 mm	S r = 25 mm	S r = 34 mm	R r = 10 mm	S r = 30 mm	S r = 25 mm	S r = 33 mm
Colistin sulfate CT 25	S r = 15 mm	R r = 09 mm	S r = 15 mm	S r = 14 mm	I r = 13 mm	S r = 18 mm	I r = 11 mm	S r = 14 mm
Erythromycine E15	R r = 04 mm	R r = 03 mm	R r = 05 mm	R r = 0 mm	R r = 16 mm	R r = 14 mm	R r = 08 mm	R r = 12 mm

Remerciements

Dans le cadre de la réalisation de ce mémoire de fin d'étude nous remercions : Tout d'abord le bon Dieu pour nous avoir guidé et donné la santé, la force, le courage et surtout la patience pour bien accomplir ce travail.

Nos profonds remerciements sont adressés à notre promotrice Mme MOHAMED MAHMOUD. F. Pour avoir été disponible toute au long de la réalisation de ce mémoire, pour son aide, son soutien, son orientation et ses conseils.

Nous remercions également M^{me} CHAICHI.W pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de notre soutenance.

Nos sincères remerciements s'adressent à M^{me} KHETTAR.S nous sommes heureuses de votre présence parmi les jurys en tant que examinatrice, veuillez accepter l'expression de notre considération.

Merci à docteur LATLOUTE HAMZA et Monsieur TAFABI DJAMEL pour l'aide qui nous a donné la chance de faire nos analyses sans oublier l'équipe.

Merci à tous les enseignants et les personnels administratifs du département de la faculté de sciences de la nature et de la vie, artisans de notre formation universitaire, nous vous remercions infiniment pour toutes ces précieuses années d'études.

Et enfin nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

Avec un grand amour je dédie ce travail à mes chers parents pour leurs soutiens et leur présence éternel à mes côtés, merci de m'avoir donné la vie, l'amour et la tendreté, j'ai l'honneur d'être votre fille et je suis fière de vous énormément.

À mon mari Lotfi

Il n'existe pas assez de mots pour exprimer tout ce que tu représentes pour moi, je te remercie pour ta présence, ta disponibilité, ton aide permanent, ton grand soutien, et pour ta contribution à la réalisation de ce travail.

À ma chères sœur Akila

À mes chers frères: Mohamed, Chawki, Nacer et Abd Rahim.

À ma famille et la famille Boudjefna la père Ahmed la mère Farida et au ces enfants Hakim, Adel, Wasim, mohamed sa femme et sa fille Aya.

À mes amies que j'adore ; Hanane, Fatima, Rahma, Hafida, Nassima, Ryma

À ma binôme Amel et sa famille.

A ma promotrice madame Mohamed Mahmoud.

Je le dédie aussi à M^{me} Ghaniya, Fatima et à toute l'équipe de laboratoire d'hygiène Tipaza et à toute personne qui a participé de près ou de loin dans la réalisation de ce modeste travail

*A tous les étudiants de la promotion restauration des milieux aquatiques
2016/2017*

*A tous les êtres que j'aime et qui m'aiment
Veuillez, tous, accepter mes hautes salutations
et considérations.*

KARA AMEL



Dédicace

Avec un grand amour je dédie ce travail à mes chers parents pour leurs soutiens et leur présence éternel à mes cotés, merci de m'avoir donné la vie, l'amour et la tendreté, j'ai l'honneur d'être votre fille et je suis fière de vous énormément.

A mes chères soeur Meriem ,sara,lyna.

A ma grande famille la famille Dacha .

A ma binome Amel et sa famille.

A ma promotrice madam mohamed mahmoud.

A mes amies que j'adore ; Mouna,sara,Meriem,Lilia,Nesrine,assma.

Je le dédie aussi à Mem Ghaniya, Fatima et à toute l'équipe de laboratoire d'hygiène de tipaza.

Et à toute personne qui a participé de près ou de loin dans la réalisation de ce modeste travail.

A tous les étudiants de la promotion restauration des milieux aquatiques 2016/2017.

A tous les êtres que j'aime et qui m'aiment

Veillez tous, accepter mes hautes salutations et considérations.

DACHA AMAL

Sommaire

Introduction.....	01
-------------------	----

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralité sur les eaux

I.1 les sources des eaux	02
I.2.Pollution des eaux	03
I.3.1.Principaux types de polluants des eaux	04
I.4. Etude climatologique de la région de Menacer	04
I.5. Etude géologique de la région.....	06

Chapitre II : les paramètres de qualité des eaux naturelles

II.1. Paramètres physiques.....	07
II.2. Paramètres chimiques.....	08
II.3. Paramètres bactériologiques.....	11

Chapitre III : Résistance aux antibiotiques

III.1. Espèce étudiée	14
III.2. Antibiotiques et antibiorésistance.....	14
III.2.3 Classification et mode d'action des antibiotiques.....	15

Partie expérimentale

Chapitre I : MATERIEL ET METHODES

I.1. Matériel.....	17
I.2. Description de site d'étude.....	17

I.3. Méthodes.....	20
I.3.2. Analyses physico-chimiques.....	20
I.3.3 Analyses Bactériologiques.....	27

Chapitre II : RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. Paramètres physico-chimiques	
II.1.1. Température.....	34
II.1.2. Potentiel hydrique (pH).....	34
II.1.3. Conductivité électrique.....	35
II.1.4. Turbidité.....	36
II.1.5 nitrites.....	37
II.1.6. nitrate.....	38
II.1.7. Azote ammoniacal (NH_4^+).....	39
II.1.8. Phosphate (PO_4^{-3}).....	40
II.1.9. Sulfates (SO_4^{-2}).....	41
II.1.10. Chlorures (Cl^-).....	42
II.1.11. dureté (TH).....	43
II.1.12. La dureté calcique.....	43
II.1.13. La dureté magnésium.....	44
II.2. Paramètres bactériologiques	
II.2.1. Coliformes totaux.....	45
II.2.2. Coliformes fécaux.....	46
II.2.3. Streptocoque fécaux.....	47
II.2.4. Spores de Clostridium sulfito-réducteurs.....	48
II.2.5. Germe pathogène.....	48
II.3. Résultats de l'antibiogramme.....	48
Conclusion.....	51

RESUME

Dans le but d'évaluer l'état de pollution de l'oued Menacer situé dans la région de Sidi Amar. Une étude physico-chimique et bactériologique a été menée sur quatre échantillons d'eau prélevés aux niveaux de quatre stations sur une période de quatre mois de Février au Mai, avec un intérêt particulier pour l'étude du profil de résistance d'*Escherichia coli*. Les analyses physiques relèvent une température moyenne de 14,35 °C, un pH alcalin de 8,01, une conductivité électrique de 675, 7 et une turbidité élevée (9,36 NTU) surtout pendant les mois pluvial. Les analyses chimiques indiquent que l'eau de Oued Menacer montre une quantité en nitrites élevée, du phosphate légèrement élevé et une dose faible en nitrate, en ammonium et en sulfate.

L'analyse bactériologique montre la prédominance de germe indicateur de contamination fécale : comme les coliforme totaux, les coliforme fécaux et les streptocoques fécaux dont les valeurs oscillent entre 36-3125 UFC/100 ml. Mais ces valeurs restent inférieures aux normes. Par contre, on note une moyenne importante en spores anaérobies sulfite-réductrice dépassent les normes (02-336 spores/20 ml). Les germes pathogènes comme les salmonelles et les vibrions cholériques été absents dans les échantillons prélevés.

Les résultats de l'antibiorésistance des souches d'*Escherichia coli* isolée confrontées à sept antibiotiques testés ont montrée l'existence d'une très faible résistance.

A travers l'ensemble de ces résultats, nous pouvons déduire que les eaux brutes de oued Menacer est plus ou moins pollué à causes de rejets domestiques de la ville, et rejets industrielle de l'usine de brique de Si Amrane.

Mots clés : Oued Menacer, analyses physico-chimiques et bactériologiques, *Escherichia coli*, antibiorésistance.

ABSTRACT

In order to assess the state of pollution of the valley of Menacer located in the region of Sidi Amar. A physico-chemical and bacteriological study was carried out on water samples taken at four stations, with particular interest in studying the resistance profile of *Escherichia coli*. Physical analyzes revealed an average temperature of 14.35 ° C, an alkaline pH of 8.01, an electrical conductivity of 675.7 and a high turbidity (9.36 NTU), mainly in the rainy months. Chemical analyzes indicate that the valley of Menacer water contained an amount of nitrites to raise, slightly elevated phosphate and a low dose of nitrate, ammonium and sulfate. The microbiological analysis shows the predominance of fecal indicator germ: such as total coliforms, fecal coliforms and faecal streptococci with values ranging from 36-3125 CFU / 100 ml. But these values remain below standards. On the other hand, a significant average of anaerobic sulphite-reducing spores exceeded the standards (02-336 spores / 20 ml). Pathogenic bacteria such as salmonella and cholera vibrios were absent in the samples taken. The results of the antibiotic resistance of the isolated *Escherichia coli* strains confronted with seven antibiotics tested showed very low resistance. Through all these results, we can deduce that the raw waters of valley Menacer is more or less polluted due to domestic waste from the city, and industrial rejects from the Si Amrane brick factory.

Keywords: valley Menacer, physicochemical and bacteriological analyzes, *Escherichia coli*, antimicrobial resistance.

المخلص

من اجل معاينة وضعية التلوث لواد مناصر بمنطقة سيدي اعمر تم اعداد دراسة فزيائية كيميائية ومكروبيولوجية لعينات الماء المأخوذة على مستوى اربعة محطات مع التركيز على الاشتراكية القولونية في المدة الممتدة من شهر فيفري الى شهر ماي 2017

اظهرت التحاليل الفزيائية معدل درجة حرارة يقدر ب14.35 درجة مئوية درجة حموضة قاعدية (8.1) كما ان هذه المياه عكرة خاصة في الاشهر المطرة . النتائج الكيميائية توضح ان مياه واد مناصر تتميز بتراكيز معتبرة بالنسبة لشوارد التالية :النترت و الفسفور , واما النترات , الازوت الشاردي و حمض الكبريت بتراكيز ضعيفة . اما التحاليل البكتريولوجية فأظهرت هيمنة البكتيريا الدالة على التلوث البزازي كالبكتيريا العقدية البزازية وبكتيريا القولون البزازية ولكن تبقى القيم ادنى من المعايير المعمول بها و من جهة اخرى لاحظنا عدد معتبر من البكتيريا اللاهوائية فاقت المعايير لمعمول بها , كما نلاحظ غياب تام للبكتيريا الممرضة المسببة للكوليرا والسالمونيلا .

من النتائج المتحصل عليها نستنتج ان مياه واد مناصر ملوثة نوعا ما وذلك بسبب مياه الصرف الصحي الموجهة مباشرة نحو الوادي بالإضافة الى الفضلات التي ترمى من قبل مصنع الأجر .

نتائج المقاومة اظهرت وجود سلالات ذات مقاومة للمضادات الحيوية واخرى حساسة .

الكلمات المفتاحية: واد مناصر , معاينة الفزيائية , الكيميائية , البكتيريا العقدية البزازية , مقاومة المضادات الحيوية .

Liste des abréviations

ASR : Anaérobie Sulfito-Réducteur

CE : Conductivité Electrique

CT : Coliformes Totaux.

CF : Coliformes Fécaux

EPA : Eau Peptonée Alcaline

FAO: Food and Agriculture Organisation

GNAB: Gélose Nutritive Alcaline Biliée

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

pH : Potentiel d'hydrogène.

SEEAL : Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger

SF : Streptocoques Fécaux.

ST : Streptocoques fécaux

SFB : Bouillon au sélénite de sodium cystéine

VF: Viande Foie

Liste des tableaux

Tableau I	Différent types de pollution des eaux.	Page 03
Tableau II	Les principales espèces pathogènes véhiculées par l'eau.	Page 11
Tableau III	Les antibiotiques testés ainsi que les valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour les entérobactéries	Page 33
Tableau IV	Résultats de l'analyse de l'antibiorésistance d' <i>E. coli</i> .	Page 50
Tableau V	Résultat des analyses physicochimiques	Annexe III
Tableau VI	Résultat des analyses bactériologiques.	Annexe III
Tableau VII	Les critères d'appréciation globale de la qualité des eaux de rivière	Annexe III

LISTE DES FIGURES

Figure 01	localisation du oued Menacer para port à la plein de Mitidja	page 15
Figure 02	Localisation des stations de prélèvement	page 16
Figure 03	stations de prélèvement N°1	Page 17
Figure 04	stations de prélèvement N°2	Page 17
Figure 05	stations de prélèvement N°3	Page 17
Figure 06	stations de prélèvement N°4	Page 17
Figure 07	La rampe de filtration	page 25
Figure 08	Variations mensuelles de la température de l'eau d'oued Menacer	page 32
Figure 09	Variations mensuelles du pH de l'eau d'oued Menacer	page 33
Figure 10	Variations mensuelles de la conductivité électrique de l'eau d'oued Menacer	page 34
Figure 11	Variations mensuelles de la turbidité de l'eau d'oued Menacer	page 35
Figure 12	Variations mensuelles de nitrites de l'eau d'oued Menacer	page 36
Figure 13	Variations mensuelles de nitrates de l'eau d'oued Menacer	page 37
Figure 14	Variations mensuelles d'ammonium de l'eau d'oued Menacer	page 38
Figure 15	Variations mensuelles de phosphate de l'eau d'oued Menacer	page 39
Figure 16	Variations mensuelles de sulfate de l'eau d'oued Menacer	page 40
Figure 17	Variations mensuelles de chlorures de l'eau d'oued Menacer	page 40
Figure 18	Variations mensuelles de la dureté de l'eau d'oued Menacer	page 41
Figure 19	Variations mensuelles du calcium de l'eau d'oued Menacer	page 42
Figure 20	Variations mensuelles du magnésium de l'eau d'oued Menacer	page 42
Figure 21	Lecture des résultats des coliformes totaux	page 44
Figure 22	Variations mensuelles des coliformes totaux de l'eau d'oued Menacer	page 44

Figure 23	Lecture des résultats des coliformes fécaux	page 45
Figure 24	Variations mensuelles des coliformes fécaux aux de l'eau d'oued Menacer	page 45
Figure 25	Lecture des résultats des streptocoques fécaux	page 45
Figure 26	Variations mensuelles des streptocoques fécaux de l'eau d'oued Menacer	page 46
Figure 27	Lecture des résultats des ASR	page 47
Figure 28	Variations mensuelles des Spores de ASR de l'eau d'oued Menacer	page 48
Figure 29	pourcentages de la résistance d' <i>E. coli</i> vis-à-vis des antibiotiques testés	page 49
Figure 30	Colimétrie et Streptométrie par filtration sur membrane	Annexe I
Figure 31	Recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfito- réducteur	Annexe I
Figure 32	Recherche et dénombrement de <i>Salmonella</i>	Annexe I
Figure 33	Recherche de Vibron cholérique	Annexe I

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

Paramètres physico-chimiques	Unité	Classes de qualité des eaux de rivières			
		1A	1B	2	3
Conductivité		≤ 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 A maintenir en permanence
O ₂ dissous	% de saturation	> 90%	70 à 90	50 à 70	
Demande biochimique En oxygène (DBO ₂)	Mg/l	≤ 3	3 à 5	5 à 10	10 à 25
Oxydabilité (KM _n O ₂)	//	≤ 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 ₂)	//	≤ 0,1	0,1 à 0,5	0,5 à 2	2 à 8
Nitrates (NO ₃)	//			< 44	44 à 100
Azote	//	≤ 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	0,01 à 0,05	> 5
Arsenic (As)	//	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	> 0,05
Cadmium (Cu)	//	≤ 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
Mercuré (Hg)	//	≤ 0,0005	≤ 0,0005	≤ 0,0005	> 0,0005
Phénols (C ₆ H ₅ OH)	//	--	≤ 0,001	0,001a 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	//	≤ 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)

II.1. Paramètres physico-chimiques

Un ensemble d'analyses a été effectué au niveau de laboratoire de SEAL afin d'évaluer la qualité physico-chimique de l'eau brute de l'Oued Menacer. Ces résultats sont comparés aux normes recommandées par le Journal Officiel Algérien (2011).

II.1.1. Température

Les résultats obtenus durant la période d'étude montrent que les valeurs de la température des quatre prélèvements se rapprochent, (figure 08). Elles se situent dans un intervalle qui oscille entre un minimum de 12,37°C et un maximum de 19,17 °C à l'entrée avec une moyenne de 14,35°C. Ces différentes valeurs enregistrées sont étroitement liées aux conditions climatiques et à la température de la saison et restent acceptables. Ces valeurs restent en dessous de la norme fixée à 25 °C par le JORA (2011) (Figure 08).

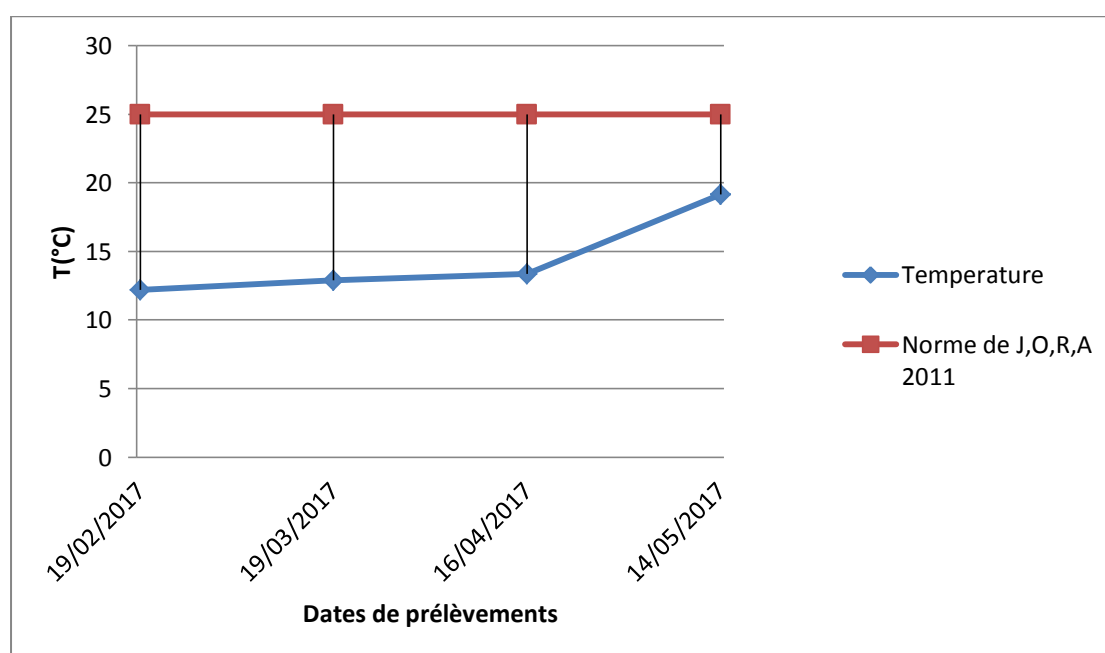


Figure 08 : Variations mensuelles de la température de l'eau de l'oued Menacer

Selon LAIDANI et *al.* (2009), la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leurs origines est moins profond. Selon RODIER et *al.*, 1984 d'une façon générale, la température des eaux est influencée par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes).

II.1.2. Potentiel l'hydrogène (pH)

Les valeurs de pH des eaux oued Menacer sont comprises entre 7,91 et 8,11 avec 8,01 comme étant la valeur moyenne. Ces valeurs correspondent à une alcalinité moyenne, elles sont supérieures à la norme J.O.R.A 2011 [figure 09].

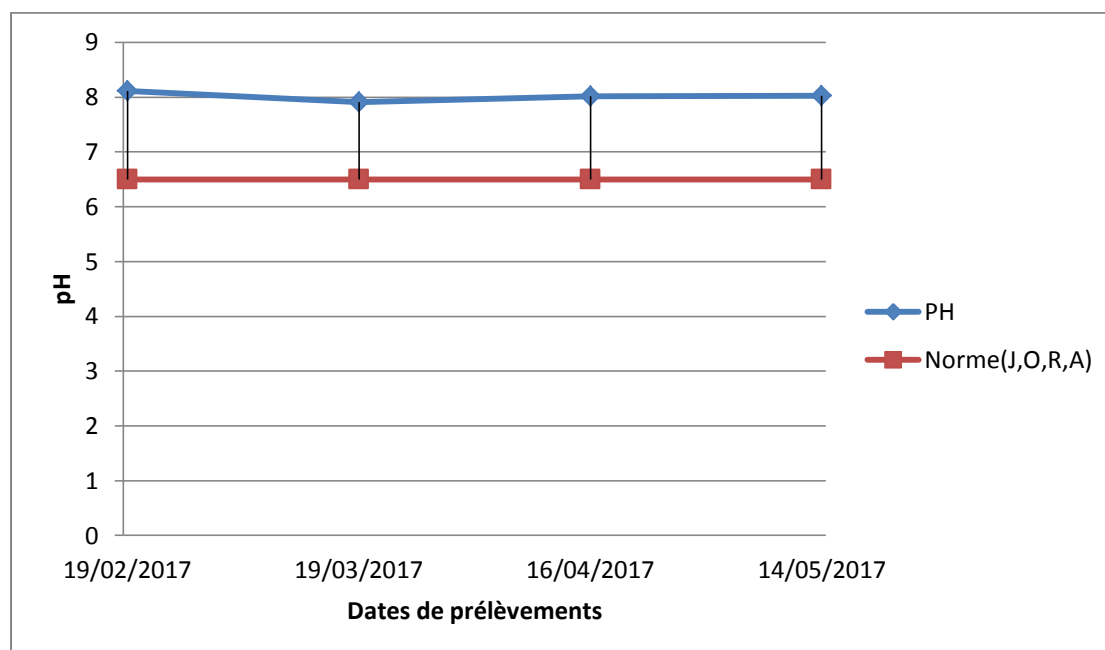


Figure 09 : Variations mensuelles du pH de l'eau d'oued Menacer.

Le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé d'après Dussart (1966) ; BERMOND ET VUICHARD (1973). Ce paramètre conditionne l'équilibre physico-chimique entre l'eau, le gaz carbonique dissous, les carbonates et les bicarbonates qui constituent des solutions tamponnées conférant à la vie aquatique un développement favorable. Dans la plupart des eaux naturelles, le pH est compris habituellement entre 6 et 8,5 alors que dans les eaux tièdes, celui-ci doit être compris entre 5 et 9 selon HCEFLCD, (2007). D'après ANSA-ASARE et *al.*(1999) et NEAL et *al.*(2000 a) la diminution du pH résulte de la décomposition de la matière organique assurée par les bactéries .

II.1.3.La conductivité électrique

La conductivité électrique est probablement l'une des plus importantes variables pour le contrôle de la qualité des eaux. Elle traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité. Les résultats obtenus illustrés dans la figure 10 montrent des valeurs moyennes plus ou moins importantes de la minéralisation des eaux brutes. La valeur maximale est de 934,25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et la valeur minimale est de l'ordre de 544,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Donc, ces valeurs sont conformes à la norme de J.O.R.A 2011.

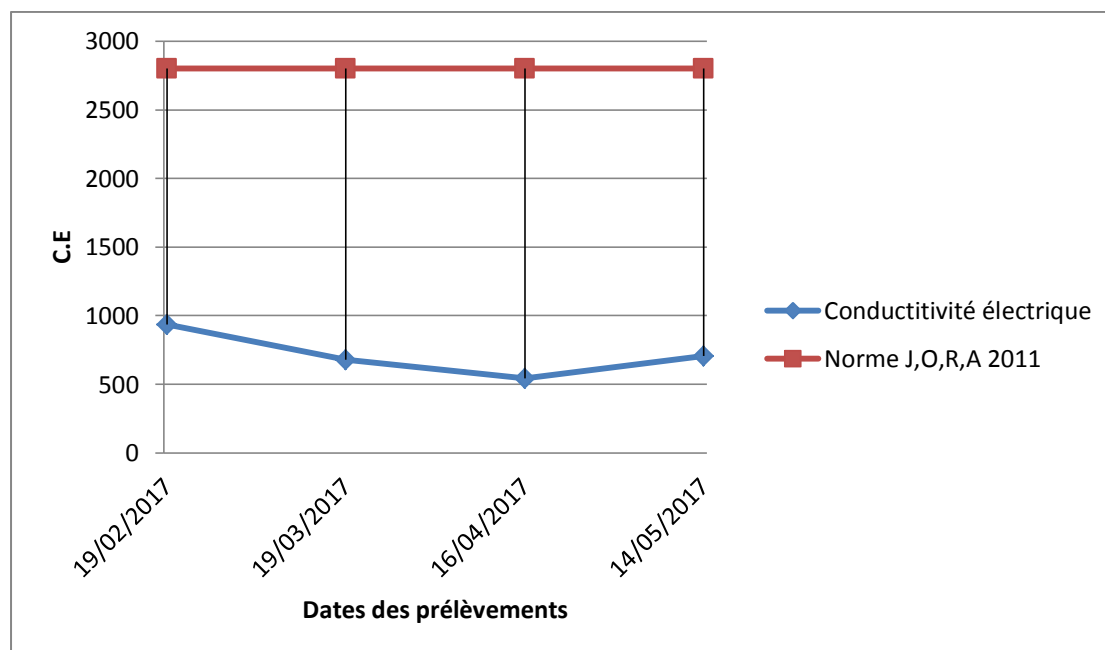


Figure 10 : Variations mensuelles de la conductivité électrique de l'eau d'oued Menacer.

Les valeurs enregistrées au cours de cette étude indiquent que la conductivité électrique des eaux brutes se caractérise par des valeurs relativement moyennes dues probablement aux charges polluantes. Selon FRANCK (2002), tout rejet polluant s'accompagne d'un accroissement de la conductivité. Les valeurs sont très faibles par rapport aux normes car les charges minérale (les ions libres) étaient très faibles.

II.1.4.La turbidité

La turbidité permet de préciser les informations visuelles de l'eau (trouble ou limpide). Elle indique la présence des particules en suspension dans l'eau. La turbidité des eaux de notre site d'étude varie de 4,42 NTU à 12,25 NTU avec une moyenne de 9,36 NTU. Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 11, et montrent que la turbidité était élevée par rapport à la norme de JORA 2011 parce qu'elle est influencée par la pluviométrie. En effet, d'après SATIN et SELMI (1990), en hiver les fortes pentes induisent des vitesses importantes et donc un transport actif de matières fines (sable, graviers) surtout au mois de février où la turbidité atteindra 12,25 NTU mais la turbidité au mois de Mai a été élevée à cause de la diminution de la pluviométrie plus des rejets domestiques de la ville (Menacer) donc la concentration de matières en suspension était élevée (9.48).

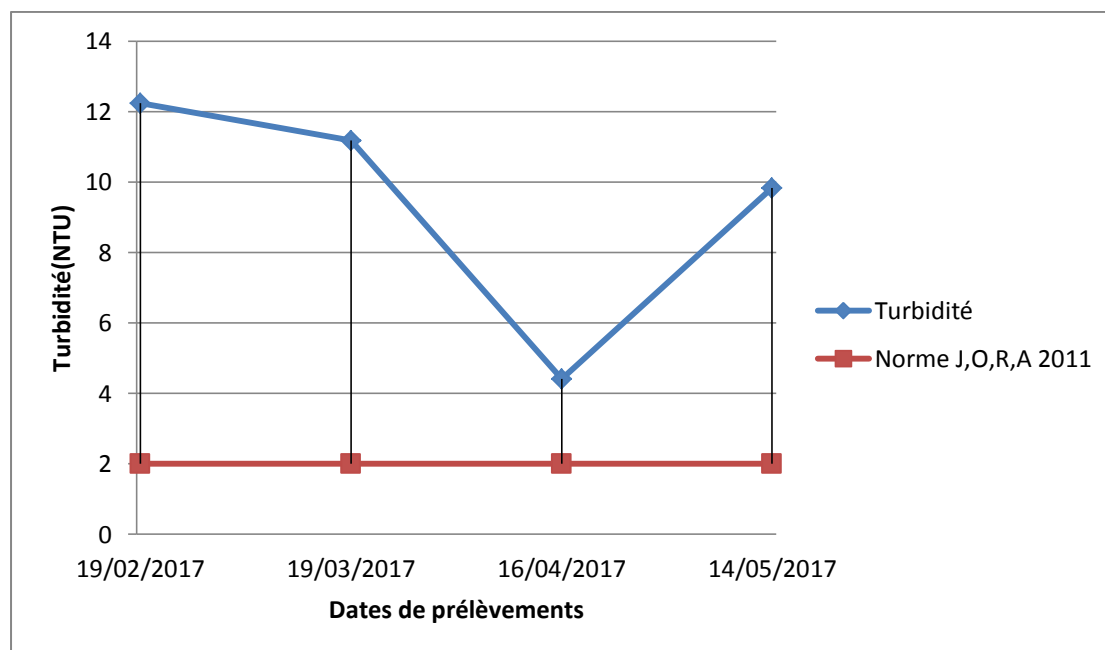


Figure 11 : Variations mensuelles de la turbidité de l'eau d'oued Menacer.

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, addition de coagulant, 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 la pluie.

II.1.5. Les nitrites

Les teneurs en nitrites varient de 0,07 mg/l à 0,82 mg/l durant la période d'étude, le taux normal en nitrites est fixé à 0,1mg/l selon l'OMS 2011 (figure 12). Les concentrations des nitrites observés sont importantes et dépassant 0,1 mg/l. donc les résultats obtenus ne sont pas conformes à la norme de qualité des eaux de surface [J.O.R.A. 2011]. La quantité de nitrite dépasse les normes aux mois de février et mars et atteignent leur valeur maximum au mois d'avril à cause de rejet domestique de la ville avec l'effet de précipitations qui favorise le lessivage de la terre agricole. Lorsque la pluviométrie diminue on a remarqué la diminution de nitrite ce qui signifie que leur origine est de lessivage.

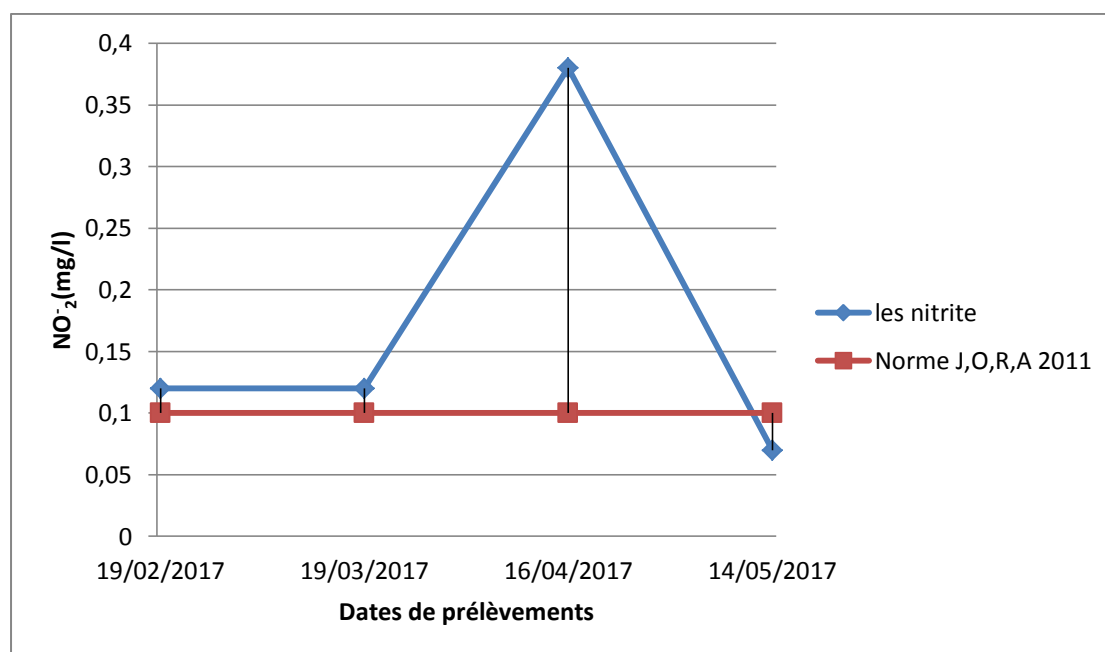


Figure 12 : Variations mensuelles des nitrites dans l'eau d'oued Menacer.

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

La présence des Nitrites dans l'eau en quantité importante dégrade la qualité de l'eau et pourrait affecter la santé humaine. La toxicité liée au nitrite est très significative en raison de leur pouvoir oxydant.

II.1.6.les nitrates

Les nitrates ne représentent qu'une des multiples formes de l'azote présent dans l'eau, tout en constituant, en général, la forme la plus abondante de l'azote minéral.

Ils constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé dans l'eau. (Chapman & Kimstach, 1996). Les nitrates montrent la concentration en ion NO_3^- . La concentration en NO_3^- varie de 0,63 mg/l à 1,77 mg/l (la valeur moyenne est de 1,2 mg/l) (figure 13).

Les teneurs en nitrates enregistrées dans les eaux oued Menacer sont inférieures à la teneur suggérée par les normes internationales (50 mg/l). Elles peuvent être assimilées par les plantes et les algues qui existent dans ce cours d'eau comme elles peuvent être transformées en azote atmosphérique par des bactéries dénitrifiantes (le processus de dénitrification). Ce qui indique que les eaux étudiées ne sont pas assujetties à un risque de pollution par les nitrates (Figure 13).

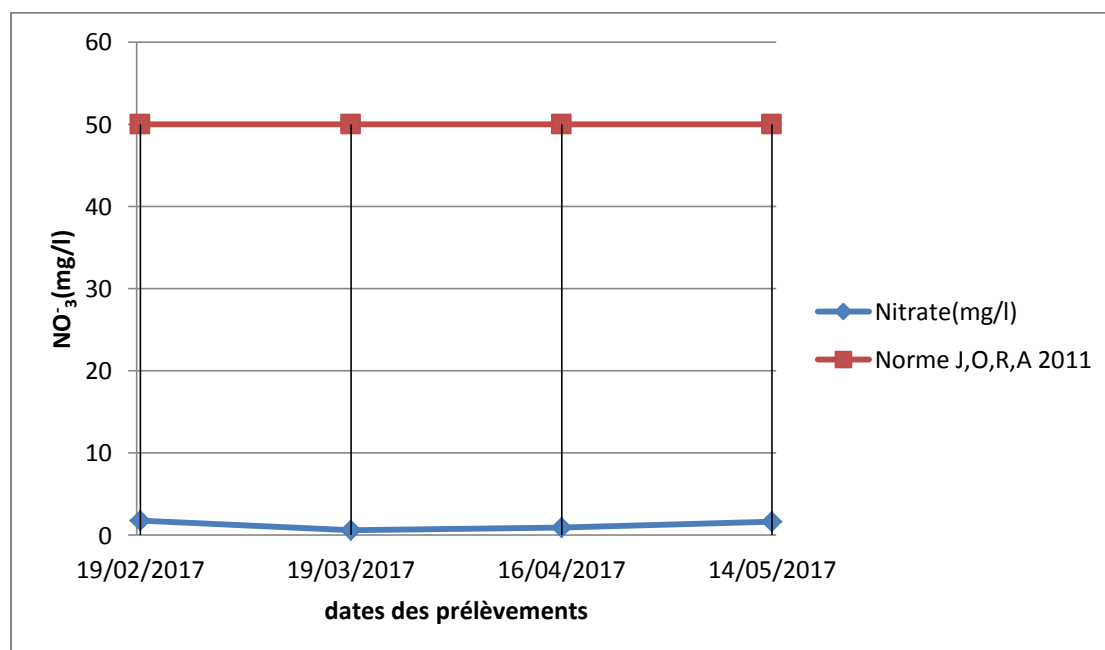


Figure 13: Variations mensuelles de nitrates de l'eau d'oued Menacer.

Le lessivage des sols par les eaux de ruissellement d'une part et l'entraînement des déchets d'origines végétale et animale très riches en composés organiques azotés, d'autre part seraient sans doute responsables de l'augmentation des concentrations des nitrates d'après BERZAS et *al.* (2000) ; NEAL et *al.* (2000b) et HOUSE et *al.* (2001).

II.1.7.L'azote ammoniacal (NH_4^+)

D'après les résultats obtenus dans la figure 14, les valeurs de l'azote ammoniacal varient à l'entrée entre un minimum de 0,22 mg/l et un maximum de 1,04 mg/l avec une valeur moyenne de 0,70 mg/l. On a constaté que les concentrations en ammonium sont plus faibles par rapport à la norme de J.O.R.A.2011. Donc elles sont conformes à la norme de l'eau de surface. Puisque les valeurs de nitrite ont été très élevées, et

l'ammonium été faible probablement à cause de oxydation d'ammonium en nitrite par les bactéries nitrifiante.

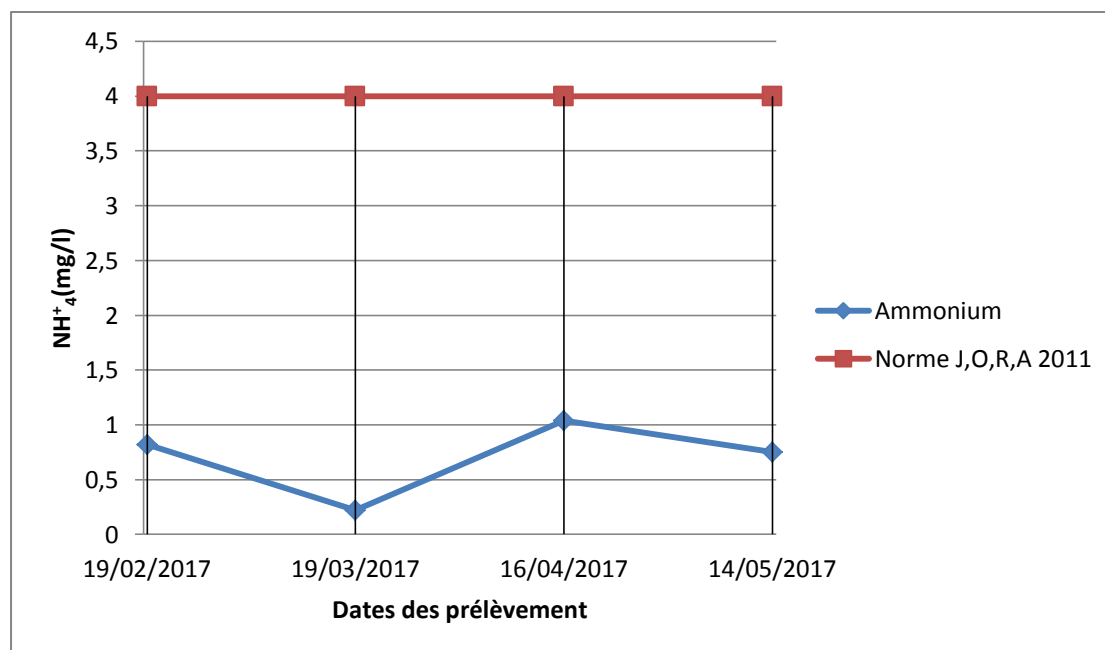


Figure 14: Variations mensuelles d'ammonium de l'eau d'oued Menacer

L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir comme origine de la dégradation incomplète de la matière organique animale ou végétale d'après DDASIF (2000]. Selon TARAT 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.

II.1.8. phosphate (PO_4^{-3})

D'après la figure 15, les teneurs en phosphates dans les eaux superficielles d'oued Menacer varie entre 0,05 mg/l et 0,58 mg/l avec une moyenne de 0.33 mg/l. Ces valeurs sont inférieures à la norme J.O.R.A 2011 (2mg/l),

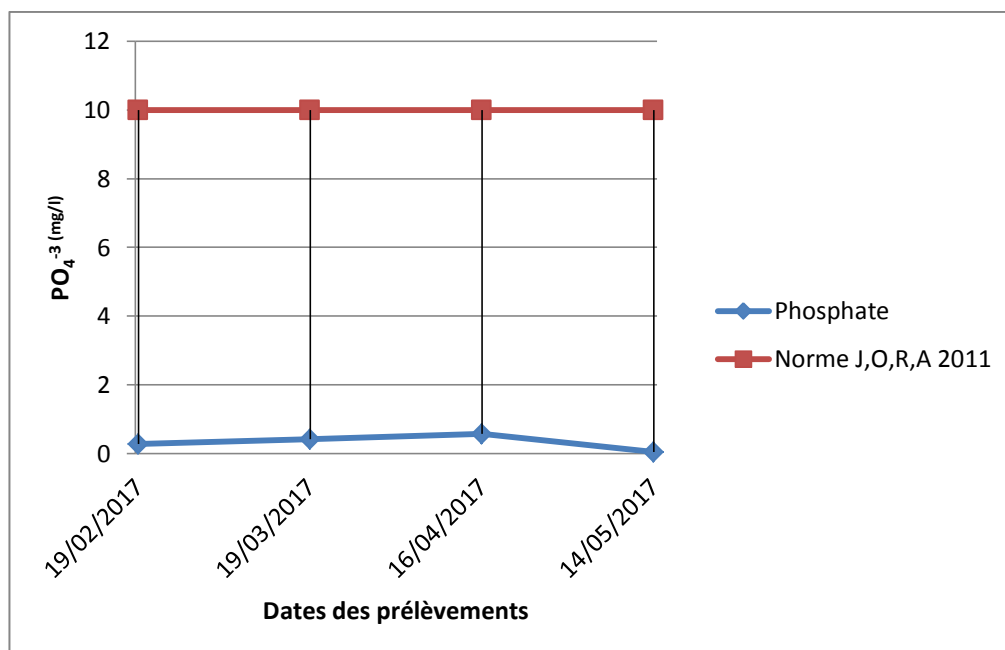


Figure 15: Variations mensuelles de phosphate de l'eau de oued Menacer.

D'après VILLEBRUN (1989) et DERNAT et *al.* (1994) l'origine de cet élément est en rapport avec la connaissance de ses sources naturelles et de son utilisation, il provient du métabolisme humain, des rejets de détergents qui sont à l'origine du phosphore, des lessives ainsi que les engrais utilisés en agriculture.

II.1.9. Sulfates (SO_4^{-2})

D'après la figure 16, les teneurs en sulfates dans les eaux superficielles de oued Menacer varient entre 40,60 et 90,09 mg/l avec une moyenne de 73,06 mg/l ces valeurs sont faibles et inférieures à la norme J.O.R.A 2011 (150 mg/l).

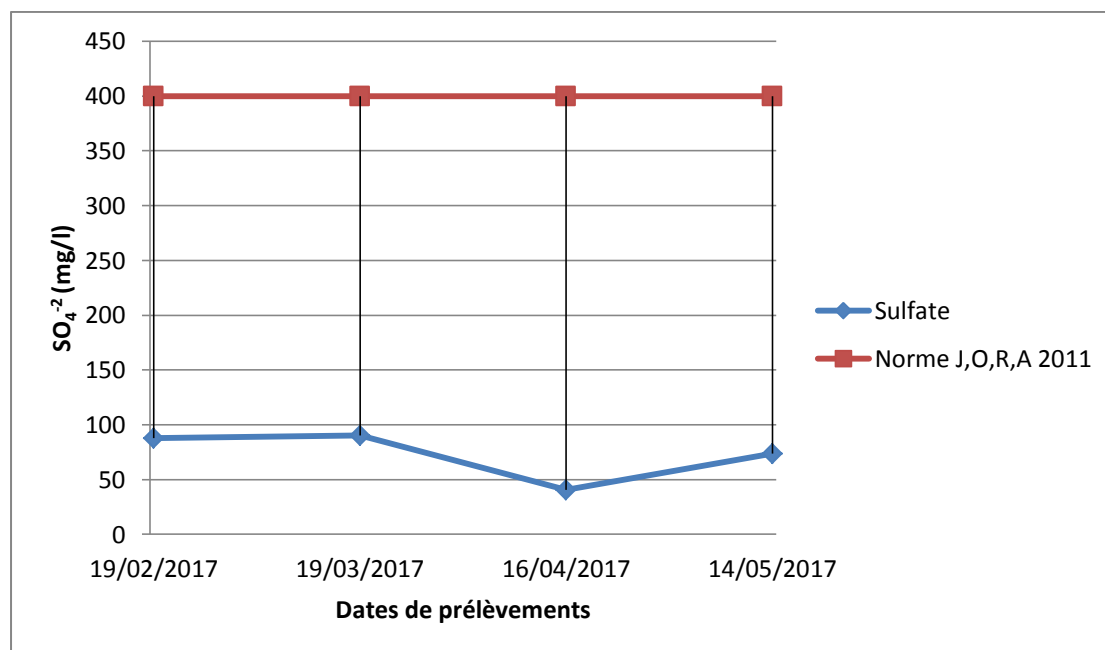


Figure 16: Variations mensuelles de sulfate de l'eau de oued Menacer.

Les sulfates (SO_4^{2-}) proviennent du ruissellement ou d'infiltration dans les terrains à gypse. Ils résultent également de l'activité de certaines bactéries (Chlorothiobactéries, Rhodothiobactéries... etc.). Selon HCEFLCD (2006), cette activité peut oxyder l'hydrogène sulfuré (H_2S) toxique en sulfate.

II.1.10. Les chlorures (Cl^-)

D'après la figure 117, les teneurs en chlorures dans les eaux superficielles d'oued Menacer varient entre 41,40 et 71 mg/l avec une moyenne générale de 57,82 mg/l. Ces valeurs sont faibles et inférieures à la norme J.O.R.A (2011) (250 mg/l).

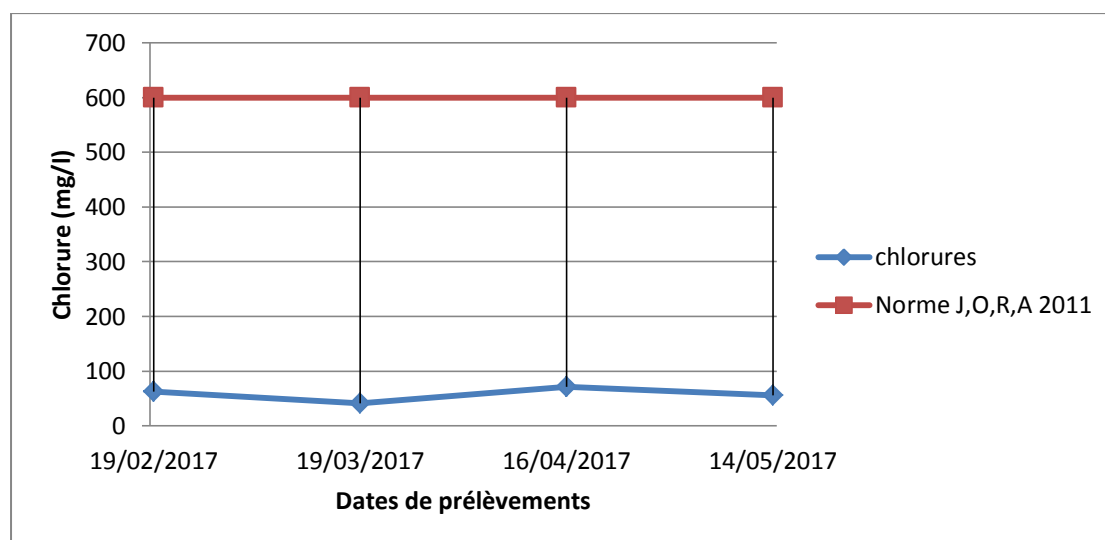


Figure 17: Variations mensuelles de chlorures de l'eau de oued Menacer.

Selon POTELON et ZYSMAÏNE (1998), les teneurs en chlorure sont faibles dans les eaux de surface, cela est lié à la nature géologique des terrains traversés. D'après TARDAT et BEAUDRY (1992), La pollution apporte aux eaux de surface des quantités appréciable de chlorure, les excréments en particulier l'urine sont riche en chlorure.

II.1.11. La dureté (TH)

Les valeurs de mois de Février, Mars, Avril et Mai indiquées dans la figure 18, sont relativement faible et inférieures à la norme J.O.R.A 2011.

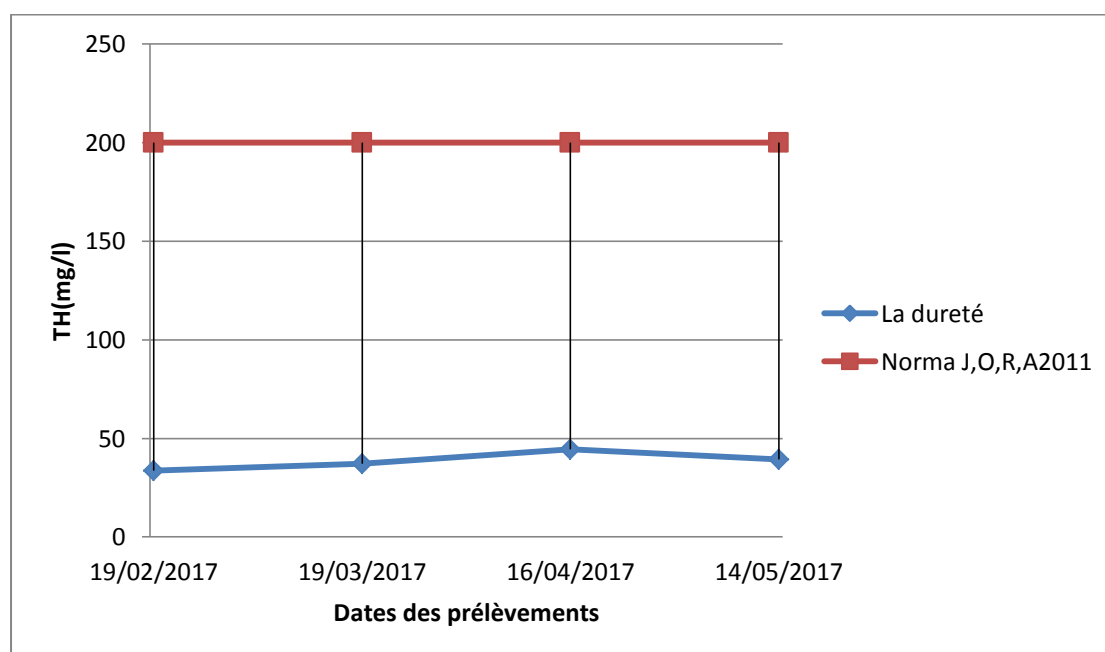


Figure 18: Variations mensuelles de la dureté de l'eau de oued Menacer.

Selon RODIER et *al.* (2005), les eaux provenant de terrain calcaire et surtout gypseux peuvent avoir des duretés très élevées susceptibles d'atteindre 1000 mg/l de CaCO_3 . La dureté ou le titre hydrotimétrique (TH) d'une eau est la concentration totale en ions calcium, magnésium de cette eau.

II.1.12. La dureté calcique (TH_{Ca})

D'après la figure 19, les valeurs de calcium dans les eaux superficielles de oued Menacer varient entre 66,5 et 86,25 mg/l avec une moyenne générale de 72,56 mg/l. Ces teneurs sont faibles et inférieures à la norme J.O.R.A (2011) (200 mg/l).

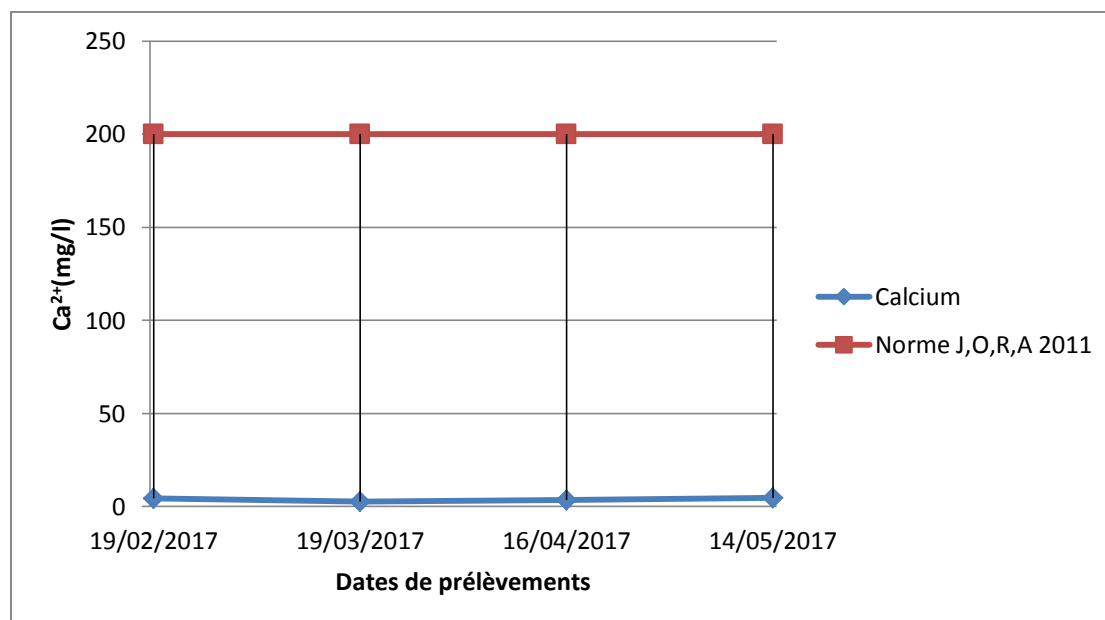


Figure 19: Variations mensuelles du calcium de l'eau de oued Menacer.

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. Ce qui est concorde avec nos résultats.

II.1.13. La dureté magnésium (TH_{Mg})

D'après la figure 20, les valeurs de magnésium dans les eaux superficielles de oued Menacer varient entre 38,22 et 42,82 mg/l avec une moyenne générale de 40,04 mg/l. Les teneurs sont faibles et inférieures à la norme de J.O.R.A 2011 (50 mg/l).

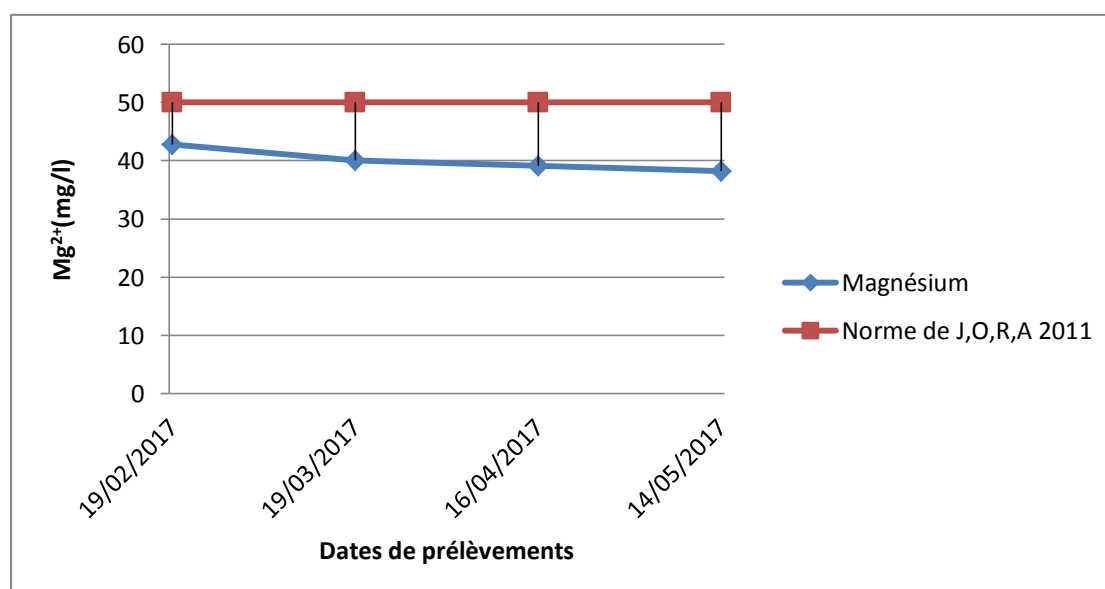


Figure 20: Variations mensuelles du magnésium de l'eau de oued Menacer.

D'après BAUJOURS, 1995, Le calcium et le magnésium sont des éléments indispensables à la vie, ils nous renseignent sur la productivité d'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. Ce qui est en relation avec nos résultats.

II.2.Paramètres bactériologiques

Afin de pouvoir interpréter les résultats des analyses bactériologiques mensuelle établis durant la période d'étude, nous avons établi la figure 21 ,22et 23 qui regroupe les germes indicateurs d'une contamination fécale constatée dans les 16 prélèvements.

II.2.1. Coliformes totaux

D'après la figure 21 on constate que la concentration en coliforme totaux des eaux brutes d'oued Menacer est comprise entre 1410 et 3125 UFC/100 ml avec une moyenne de 2172 UFC/100 ml. Ces concentrations sont faibles et inférieures à la norme J.O.R.A (2011) (5000 UFC/100 ml).

Sur la base des données représentées par la figure 21, nous avons constaté que ces résultats sont conformes aux normes de qualité des eaux superficielles, et permettent de placer les eaux de oued Menacer dans la classe 1B selon la grille de qualité des eaux de surface (Tableau VII annexe N°III).

Selon les résultats obtenus nous avons remarqué que le nombre des colonies au mois de février est élevé, diminue au mois de mars peut-être à cause de faible pluviométrie. au mois de Mai le nombre de ces colonies remonté peut atteindre 3125

UFC/100 ml.

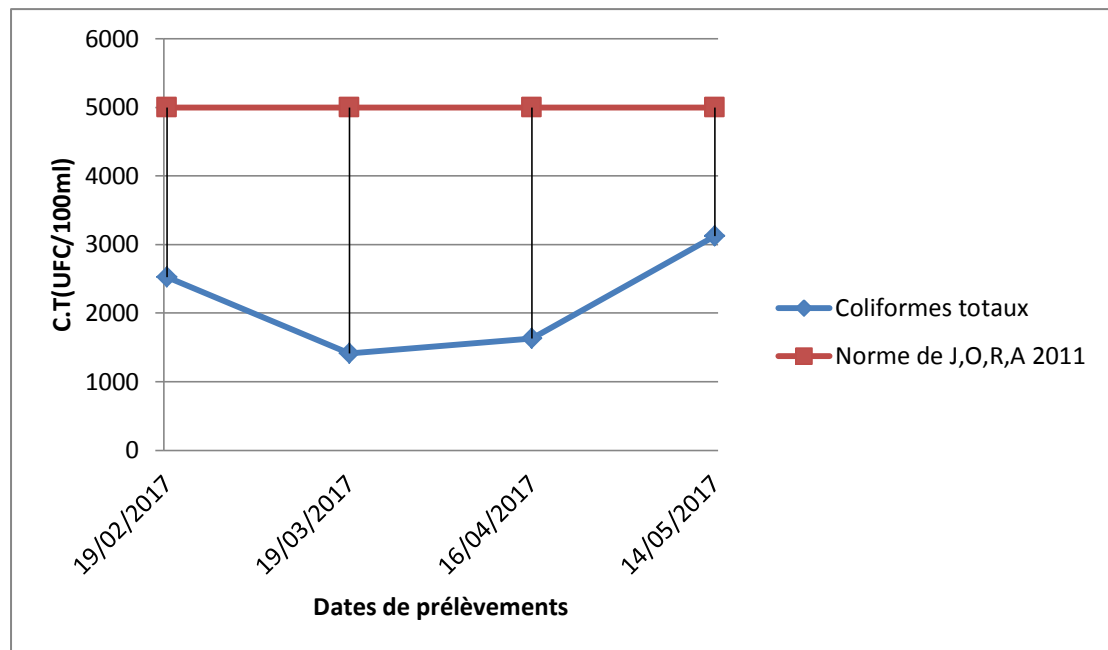


Figure 21: Variations mensuelles des coliformes totaux de l'eau de oued Menacer.

II.2.2. Coliformes fécaux

Selon l'OMS, (1997) les coliformes fécaux sont des indicateurs de la contamination fécale des eaux, On les retrouve dans les eaux d'égouts, les effluents traités, ainsi que dans toutes les eaux naturelles et les sols ayant subi une contamination fécale récente. D'après les figure 22, on constate que la concentration en coliforme fécaux des eaux brutes d'oued Menacer est comprise entre 36 et 202 UFC/100 ml avec une moyenne de 83 UFC/100 ml. Ces valeurs sont conformes aux normes de qualité des eaux superficielles (J.O.R.A 2011).

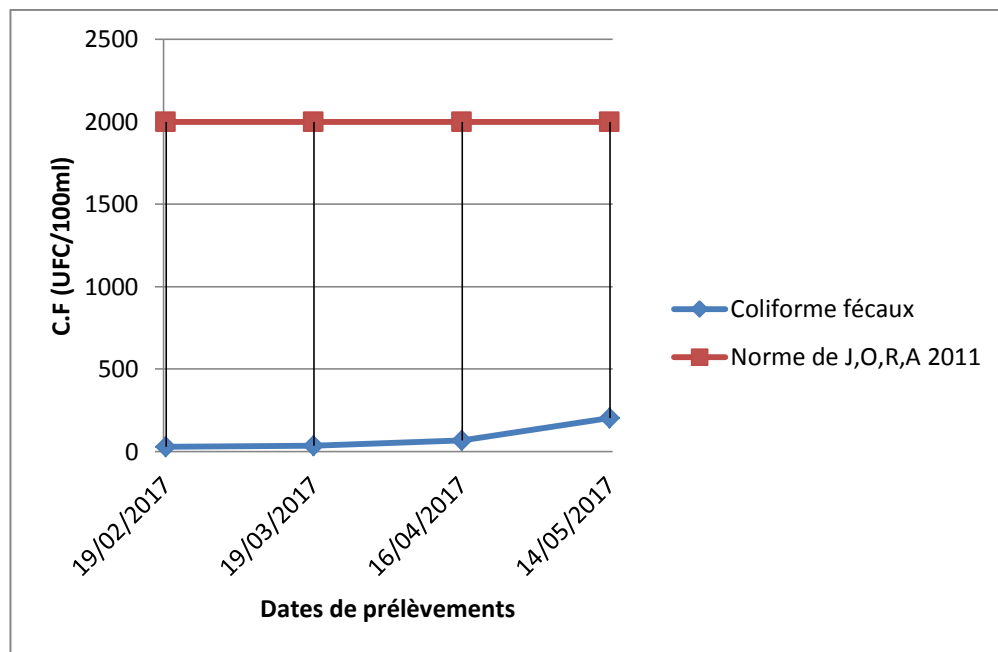


Figure 22: Variations mensuelles des coliformes fécaux de l'eau d'oued Menacer.

II.2.3. Streptocoque fécaux

D'après la figure 23, on constate que la concentration en Streptocoque fécaux des eaux brutes de oued Menacer est comprise entre 85 et 127 UFC/100 ml avec une moyenne de 130 UFC/100 ml. Ces valeurs sont conformes aux normes de qualité des eaux superficielles (J.O.R.A 2011).

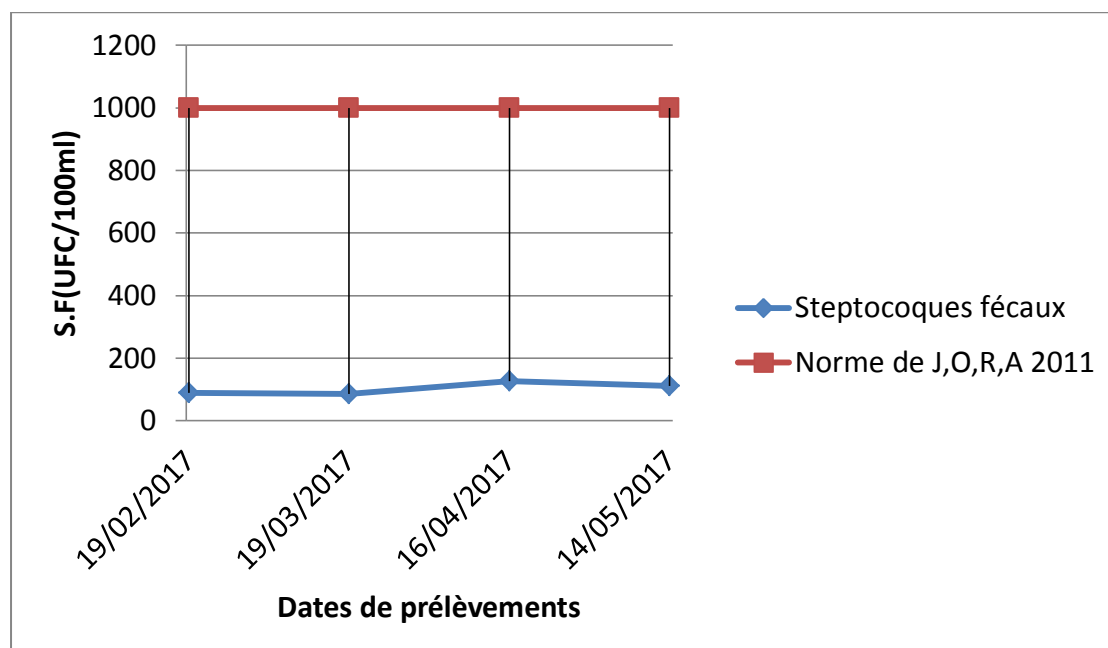


Figure 23: Variations mensuelles des streptocoques fécaux de l'eau de oued Menacer.

II.2.4. Les Clostridium sulfito-réducteurs

Les résultats de la recherche et du dénombrement des ASR représentées par la figure 24 a montré que le nombre de spores dans les eaux brutes de oued Menacer oscillent autour de 03 à 336 spores /20ml et avec une moyenne de 130 spores/20 ml.

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

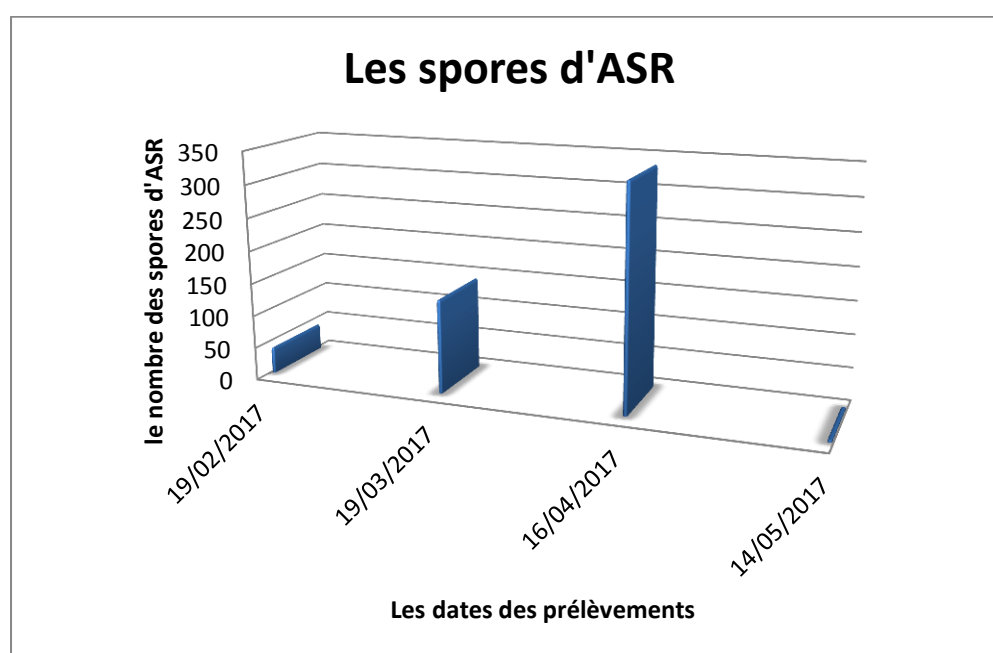


Figure 24: Variations mensuelles des Spores de ASR de l'eau d'oued Menacer.

II.2.5. Germe pathogène : les résultats laissent apparaitre une absence totale dans tous les échantillons des bactéries pathogènes comme les salmonelles, vibrions cholériques. Cette absence a également été mentionnée dans d'autres études similaires en dépit de la présence d'une forte charge bactérienne d'origine fécale (ABOULKACEM et al., 2007).

II.3. Résultats de l'antibiogramme

Nous avons effectué durant cette étude quatre antibiogrammes correspondant au prélèvement 1, 2, 3 et 4. Les résultats obtenus sont représentés dans le **tableau III**. Nous avons utilisé 07 ATB différents.

- Les résultats obtenus montrent que les white souches *E. coli* isolées sont très sensibles pourcentage de 0 % vis-à-vis des antibiotiques suivant : **Imipenème (IMP10)** et **Gentamicine (CN 10)**.
- Un taux de résistance très faible 12,5 % a été observé vis-à-vis de la **Chloramphénicol (C30)** et de la **Colistine sulfate (CT 25)**.
- Un pourcentage de résistance très élevé (100%) est obtenu vis-à-vis de l'Amoxicilline **AX 10**, de la **Céphazoline CZ 30** et de l'Erythromycine **E15**.

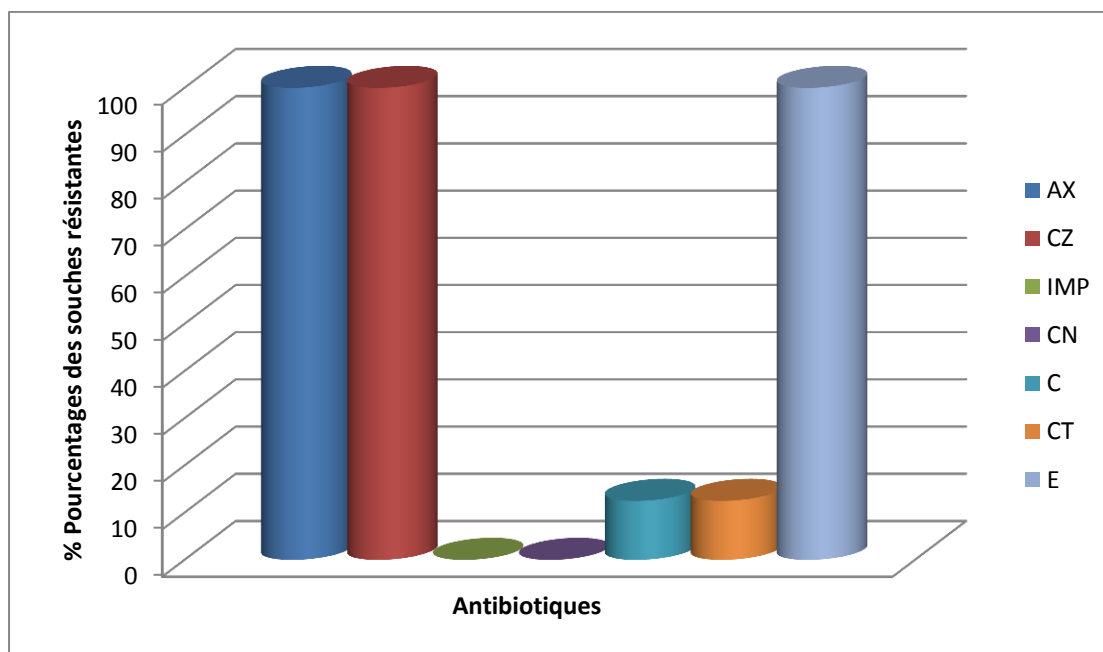


Figure 25 : Pourcentage de résistance d'*E. coli* vis-à-vis des antibiotiques testés.

Conclusion

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique ainsi que l'étude du profil de résistance de quelques souches isolées des eaux échantillonnées d'Oued Menacer.

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que ces eaux ont une turbidité élevée (9,36 NTU) ainsi que les nitrates dépassant les normes d'OMS et JORA 2011 (1,24mg/l). Des teneurs faibles en phosphate (0,33mg/l), en nitrite (0,17 mg/l), en ammonium (0,70mg/l), en sulfate (73,06mg/l), en chlorure (57,94 mg/l) et en dureté (38,36 mg/l). Cependant, le nombre coliformes fécaux était et ainsi que streptocoques inférieur limites recommandées par l'OMS et J.O.R.A, 2011. Un nombre très élevée en spores de clostridium a été déterminée une pollution d'origine microbiologique.

L'étude de l'antibiorésistance d'*Escherichia coli* a montré qu'elle est sensible à certains antibiotiques tels que l'imipénème et Gentamicine, et résistante à d'autres : l'Amoxicilline et le Céphazoline.

A travers l'ensemble de ces observations, nous pouvons déduire que les eaux brutes de oued Menacer est plus ou moins pollué à causes de rejets domestiques de la ville, et rejets industrielle de l'usine de brique de Si Amrane.

Les perspectives se tirer à la lumière des résultats obtenus

- Nettoyer oued Menacer de déchet solide, des eaux usée et traiter ces eaux avant d'être rejetée dans le barrage de boukerdane.
- Réalisée une station d'épuration au niveau de l'usine de brique et traiter ces propre eaux avant les rejeter.
- Des analyses de contrôle et de détection efficaces doivent être assurées avec rigueur tout le long de l'année au risque d'assister à des pathologies inattendues.
- Elargir d'autre paramètres pour déterminé les sources de pollution.
- Suivre l'évaluation des paramètres bactériologiques des eaux de oued afin d'évaluer les conséquences de son utilisation pour l'irrigation et l'environnement pour protéger la santé humaine et animale.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ALZIEU. C. 1989.** L'eau : milieu de culture. In Aquaculture. 2^{ème}. Ed. Tec et Doc, Tome 1. pp : 16- 43.
- **AMINOT. A et CHAUSSEPIED. M., (1983).** Manuel des analyses chimique en milieu marin. Ed CNEX, 395 p.
- **ANONYME. 1996.** Assurance de qualité des produits de la pêche». Document technique sur les pêches. FAO. Rome. Italie.
- **ANONYME., (2016).** <http://www.vincentdauphin.fr/le-traitement-des-eaux-usees/>. date de consultation: février 2016.
- **ANSA-ASARE O.D., MARR I.L., CRESSER M.T. (1999).** Evaluation of cycling patterns of dissolved oxygen in a tropical lake as an indicator of biodegradable organic pollution. Sci. Total Environ. 231: 145-158.
- **BAUJOUS.D, 1995** :«la pollution des milieux aquatique, 2^{ème} édition. Ed .Tee et Doc,lavoisier, » .
- **BEHAR.S(1997)** :«definition of water quality parameters, testing the water chemical and physical vital signs of a River », Montpellier .VT: River Watch Network p1.
- **BELOKDA, W. 2009.** Thèse contribution à une gestion des effluents liquides hospitaliers. Université Chouaib Doukkali El-Jadida. Maroc. Master génie de l'environnement et santé.
- **BENGOUMI M. et al. (2004).** - Qualité de l'eau en aviculture .Revue trimestrielle d'information scientifique et technique – Volume 3 – N°1, Maroc, 5-25pp.
- **BERMOND R., VUICHAARD R., (1973).** Les paramètres de la qualité des eaux. Documentation Française, Paris, 179p.
- **BONTAUX. J. 1993.** Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eau de boisson. Edition technique et documentation Lavoisier 166p.

- **BONTAUX.J. 1994.** Introduction à l'étude des eaux résiduaires industrielle, 2eme édition (L'ouvrage technique) et documentation, 225p.
- **BOUAICHA R, BENABDELFADEL A. 2010.** Variabilité et gestion des eaux de surface au Maroc. Sécheresse, **21**(1): 1-5.
- **BOUDJANAHA, M 2002.** Suivi de la qualité des plans d'eau proposition méthodologique pour les lacs et des réservoirs d'Algérie. Master européenne 63 p.
- **BOUZIANI M.2000.** L'eau dans tous ses états : Edition dar el Gharb.260p.
- **BOXALL, M.A; RUDD, B et BROOKS, W. 2011.** Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Environment: What Are the Big Questions? Environ Health Perspect, 120 (2012), pp. 1221 –1229.
- **BRISON. J-F & DENIS F-F.1978.** Hygiène de l'environnement maritime, In Collection de biologie des milieux marins. Masson, Paris, New York, Barcelone, Milan. pp : 218.
- **BRYSKIER, A. 1999.** Antibiotique, agents antibactériens et antifongiques. Ed, elipses. 1216 p.
- **CAUCHI, HYDRARD, NAKACHE, SCHWARTZBROD, ZAGURY, BARON, CARRE, COURTOIS, DENIS, DERNAT, LARBAIGT, DERANGERE, MARTIGNE et SEGURET .1996.** La réutilisation des eaux usées après épuration. Technique, Sciences et Méthodes .2118 p.
- **CHAPMAN, D. et 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. E & FN Spon, London, pp. 59-126.
- **COPIN-MONTEGUT, G.1996.** Chimie de l'eau de mer. Institut Océanographique. Paris .319 p.
- **DANAN C., AURORE P., 2006:** Usage vétérinaires des antibiotiques, bactérienne et conséquence pour la santé humaine, p : 10.
- **DAUSSART .B 1996 :** «limnologie : l'étude des eaux continentales ».paris 262p

- **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
- **DERNAT. M, ELMERICH. P, POUILLOT. M. 1994.** Vers une optimisation de la déphosphatation physicochimique, L'Eau, l'Industrie, les Nuisances n°182.
- **DIANE MYRAND . JANVIER 2008 GUIDE TECHNIQUE**
CAPTAGE D'EAU SOUTERRAINE POUR DES RÉSIDENCES ISOLÉES
- **DJEDDI.H., (2007).** Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines, thèse de magister, université de MENTOURI Constantine.
- **DUSSART B., (1966).** Limnologie : Etude des eaux continentales. GauthierVillars, Ed., Paris.
- **EBLIN S. G., SOMBO A. P., SORO G., AKA N., KAMBIRE O., SORO N., 2014.** Hydrochimie des eaux de surface de la région d'Adiaké. J. Appl. Biosci. 75: 6259-6271.
- **EDBERG. S-C, RICE. E-W, KARLIN. R-J & ALLEN. M-J (2000):**
«Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection». Journal of applied microbiology, 80. PP: 106-116.
- **EISENTEIN B,ZALEZNIF.** Enterobacteriaceae in :Mandell,Douglas and Bennett. Principles and practice of infectious Diseases, Vol 2.5 th 2dition ,churchill Livingstone.2000 :2294 2310.
- **EL ADDOULI J, CHAHLAOUI A, BERRAHOU A, CHAFI A, ENNABILI A. 2009a.** Qualité physicochimique et biologique de l'oued Ouislane au sein de la ville de Meknès (centre-nord du Maroc). Revue de l'Association Forum du Nord du Maroc,4-5: 46-58.
- **EL ADDOULI J, CHAHLAOUI A, BERRAHOU A, CHAFI A, ENNABILI A. 2009a.** Qualité physicochimique et biologique de l'oued Ouislane au sein de la ville de Meknès (centre-nord du Maroc). Revue de l'Association Forum du Nord du Maroc,4-5: 46-58.

- **EL HAOUATI H, GUECHAOUI M., CHAABAT DIS C., CHELIF H. et ARAB A.** ; Novembre, 2013. Distribution spatio-temporelle de la flore planctonique en fonction du degré de pollution dans le barrage de Boukourdane (Tipaza-Algérie)
- **EL OUALI LALAMI .J CHAHLAOUI .A CHAFI .A ANNABLA , KHARROUCH .L ,2011.** Approche de la qualité biologique de l'oued Ouislane au voisinage des effluents bruts de la région de Maknès Larhysa journal 9. :21-33 p.
- **ELMUND. G-K, ALLEN. M-J & RICE. E-W. 1999.** Comparison of E. coli, total coliform and fecal coliform populations as indicators of waste water treatment efficiency. Water Environ, Res, 71. PP: 332-339.
- **EL-NAQA A., AL-MOMANI M., KILANI S., HAMOURI N., 2007.** Groundwater deterioration of shallow groundwater aquifers due to overexploitation in northeast Jordan. Clean Soil, Air, Water 35:156-166.
- **ELSKENS. M., (2009).** Analyses des eaux résiduaires mesure de la pollution.PP 4 200v2- 2-3.
- **FABY. J-A ET BRISSAUD F. 1997.** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau, 76 p.
- **GALAF. F & GHANNAM. S. 2003.** Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un siteweb sur la pollution du milieu marin. PP : 40p.
- **GALAF. F & GHANNAM. S. 2003.** Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin. PP : 40p.
- **GILBERT, M-C., MCBAIN, F. 2003** : Pharmacologie, Ed Elsevier Masson. pp : 348-370.
- **GUSSMI, L DJABRI, L, HANLA, LAMOUREUXC.C, 2006** pollution des eaux l'oued Moubouya (Maroc-oriental) larhyss journal 05 :113-119 p.
- **HASLAY. C & LECLERC. H. 1993.** Microbiologie des eaux d'alimentation, ©Technique et documentation LAVOISIER, Paris, PP : 9-211.
- **Haut Commissariat Aux Eaux et Forêt et la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD).** (2006). Etude sur la pisciculture au barrage Almassira, CR dar CHAFAAI, Cercle d'ELBROUGE, Province de Settat, 201p.

- **HCEFLCD, (2007).** Etude diagnostique de la zone humide AL MassiraFaija, cercle d'EL Brouj et Cercle de Settat (Maroc), 242p.
- **HOUSE W.A., LEACH D.V., ARMITAGE P.D. (2001).** Study of dissolved silicon and nitrate dynamics in a freshwater stream. Water Res. 35(11): 2749-2757
- **HUGH. J-O, MATTHEW. M, ALLEN. J & CHOATE. J. 1994.** Entente Canada, surveillance de la qualité des eaux de surface. Provinces Canadiennes de l'Atlantique.
- **HUGH. J-O, MATTHEW. M, ALLEN. J & CHOATE. J. 1994.** Entente Canada, surveillance de la qualité des eaux de surface. Provinces Canadiennes de l'Atlantique.
- **KABLER. P-N & CLARK. H-F. 1961.** Coliform group and organisms as indicators of pollution in drinking water. J. Amer. Water work association 53. PP: 1577-1579. pes d'effluents.
- **LADJEL. F., (1999).** Exploitation d'une station d'épuration à boues activées. . Boumerdes.: Centre de formation des matières de l'assainissement (CFMA). 99p.
- **LAIDANI .Y ,HENINI G ,KHATMI B et DELLAL A (2009) :**«évaluation de la pollution des eaux du sous bassin versant de l'oued mina»,12p
- **LECLERC .H (2002). BACTERIOLOGIE DE PSEUDOMONAS AERUGINOSA .**Société française d'hydrologie et de climatologie médicales, 2002, Presse therm climat 2002 ; 139: 9-13III.
- **MADIGOU. E. 2005.** Influence du statut trophique de cours d'eau sur les fonctionnalités microbiens des biofilms Université CLAUDE BERNARD, Lyon, école doctorale, PP : 27- 47.
- **MAKHOKH ,M et SBAA ,M.BERRAHOU, ACLOOSTER ,A VAN 2011** Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielle de l'oued Moubouya (Maroc-oriental) larhysa journal 9. :149-169 p.
- **MANUEL DE BERGEY. 1984.** Systematic bacteriology . 9eme edition, Williams andWilkins (Editors).

- **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 environnement,67p
- **MEHLMAN. I-J. 1984.** Coliforms, fécal coliforms, Escherichia, compendium of methods for the microbiological examination of food», 2nd edition, American public, Healthassociation, Washington, PP: 265-285.
- **MICHAEL, L ; RIZZO, C et MC ARDELL, S. 2013.** Urban wastewater treatment plants as hotspots for the release of antibiotics in the environment: a review Water Res, 47, pp. 957–995
- **MIRABAUD .M.I,2003** entérobacteries a b- Lactamases a spectre élargie, thèse pour obtenir un docteur en médecine ,université de genève,N10303
- **MOUSSA MOUMOUNI DJERMAKOYE, H .2005.** Les eaux résiduelles des tanneries et des teintureries : caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impacte sur les eaux de surface et les eaux souterraines «Mali». Thèse pour obtenir le grade de Docteur en Pharmacie. Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie. 119 p.
- **N.VALENTIN 200,** Construction d'un capteur logiciel pour le contrôle automatique du procédé de coagulation en traitement d'eau potable Thèse Doctorat.
- **NEAL C., HARROW M., WICKHAM H. (2000b).** The water quality of a tributary of the thames, the Pang, southern England. Sci. Total Environ. 251-252: 459-475.
- **NEAL C., JARVIE H.P., HOWARTH S.M., WHITEHEAD P.G., WILLIAMS R. J., NEAL M., HARROW M., WICKHAM H. (2000a).** The water quality of the River Kennet: initial observations on a lowland chalk streamimpacted by sewage inputs and phosphorus remediation. Sci. Total Environ. 251-252: 477-495.
- **OMS. 1997.** Analyse des eaux résiduelles en vue de leur recyclage en agriculture. Manuel des techniques de laboratoire en parasitologie et bactériologie, Genève. 31p

- **OMS. 1997.** Analyses des eaux résiduaires en vue de leur recyclage en agriculture. Manuel des techniques de laboratoire en parasitologie et bactériologie, Genève. pp 8-30.
- **PILET. C; BOURDOW J-L TOMA B; MARCHAL W & BALDASTRE. C.1983:** Bactériologie médicale et vétérinaire . Systématique bactérienne. 2eme édition, 3 eme tirage, DOIN éditeurs, Paris. pp: 77-78.
- **POTELON.J-L et ZYSMAN.K(1998)** :«le guide des analyse s de l'eau potable »édition de la lettre du cadre territoire, Paris 1025p.
- **POYART P. 2003:** Bactériologie systématique, Tom II, Ed : Masson : Paris, p : 25, 26,
- **RACHID SALGHI,** chimie des eaux .Ecole nationale des sciences appliquées d'Agadir)
- **REMY DOMINIQUE. 2010:** les mammites. Edition février 2010.Guide France Agricole, p : 97.
- **RODIER, J. LEGUBE, B. MERLET, N. et BRUNET, R. 2005.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition. Paris: DUNOD. 1383p.
- **RODIER, J. LEGUBE, B. MERLET, N. et BRUNET, R. 2005.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition. Paris: DUNOD. 1383p.
- **RODIER.J , RAZIN.C ,CHAMPON.P et RODI.L(1984)** :« L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer». 7ème édition, Ed. Dunod Paris. 1353p.
- **ROLAND VILAGINES 2010,**eau et environnement et santé publique ,introduction à l'hydrologie pp7,17
- **SATIN.M et SELMI .B (1990)** :«Guide technique de l'assainissement »,2ème édition, Edition REGISBOURRIER.p42-79
- **K. RAHAL. A, BEN SLIMANI., H, TALI-MAMAAR .K , MISSOUME**

.standardisation des tasses de sensibilité aux antibiotiques à l'échelle nationale (médecine humaine et vétérinaire) 7^{ème} édition 2014

- **SCANLON B. R., REEDY R. C., STONESTROM D. A., PRUDIC D. D. E., DENNEHY K. F., 2005.** Impact of land use and land cover change on groundwater recharge and quality in the southwestern US. *Global Biol.*, 11: 1577-1593.)
- **SCHMIDT, P. 2005.** Guide pratique de l'eau et de l'assainissement. grp Ed. Berger-levrault. pp: 18-19.
- **SHARPE. M-E. 1979.** Identification of the lactic acid bacteria», identification methods for microbiologists.
- **TARAT E-HYNRY.M et BEAUDRY.J-P(1992)** :«chimie des eaux ». 2^{ème} édition, le griffon d'argile ; canada 537p.
- **THIEBLEMONT A.L (1994)** :«Dépolluer les eaux pluviales : contribution d'une stratégie » p309.
- **VAN BAMBEKE F., TULKENS P., GLUPCZYNSKI Y., LECLERCQ M. ET SONVEAUX E. 2008:** pharmacologie et pharmacothérapie Anti-infectieuse. Unité de pharmacologie cellulaire et Moléculaire Université catholique de Louvain. Bruxelles, p : 03.
- **VANBOURDOLLE M. 2007:** infectiologie, 3^{ème} édition Walters's kluwer, p: 347-645.
- **VILAGINES, ROLAND.2003.** Eau environnement et santé publique. Introduction à l'hydraulique. 2^{ème} édition. Edition Tec et Doc. Paris. 198 p.
- **VILLEBRUN, J.F. 1989.** La déphosphatation biologique appliquée à la station d'épuration de Croan, Rapport de la DDAF de la Mayenne. Volume 2 : Critères d'hygiène et documentation à l'appui, Genève, Suisse, pp330.
- **Yala D., Merad A-S., Mohammedi D. ET Korich M-N. 2000:** résistance bactérienne aux antibiotiques. Médecine du Maghreb 2001 n°91, p : 13.45.

I.GENERALITES SUR LES EAUX

Les eaux de surface résultent des précipitations. Une partie de cette eau s'évapore et retourne dans l'air sous forme de vapeur d'eau. La deuxième durcit à cause du froid, ou s'écoule à la surface du sol et pénètre jusqu'à la nappe phréatique. Le cycle de l'eau commence par l'évaporation permanente des eaux de mer ou de rivière formant des nuages et des brouillards, puis retombent sous forme de précipitations pluie où neige (VALENTIN, 2000).

I.1-Les sources de l'eau :

Les réserves disponibles en eau naturelle sont constituées d'eaux superficielles ou terrestres (barrages, lacs, rivières), des eaux souterraines (nappes souterraines) et les eaux de mer (ROLAND, 2010).

I.1.2-Eaux superficielles :

Les eaux superficielles sont constituées par les eaux des ruisseaux, rivières, fleuves, étangs, lacs, barrages-réservoirs et glaciers. Bien qu'il semble s'agir d'une masse d'eau bien individualisée solide ou liquide immobile ou en mouvement, elle se trouve en contact étroit avec le sol d'un côté et avec l'atmosphère de l'autre côté (ROLAND, 2010). La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants. Ces eaux sont le siège d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. C'est à cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement (SALGHI, 2000).

I.1.3-Eaux souterraines :

Les eaux superficielles pénètrent dans le sol, une partie retenue à la surface des grains ou dans les micro-interstices, cette quantité d'eau retenue est caractéristique d'un sol donnée et se définit comme sa capacité de rétention. Une autre partie de cette eau superficielle percole en direction du sous-sol sous action de la pesanteur (ROLAND, 2010).

L'eau souterraine est l'eau qui se trouve sous le niveau du sol et qui remplit soit les fractures du socle rocheux, soit les pores présents dans les milieux granulaires,

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Tels que les sables et les graviers et elle circule en profondeur dans les formations géologiques qui constituent l'espace souterrain (DIANE, 2008).

De point de vue hydrogéologique les couches aquifères se divisent en :

- Nappes phréatiques ou alluviales : peu profondes et alimentées directement par les précipitations pluvieuses ou les écoulements d'eau en dessus.
- Nappes captives : plus profondes que les premières et séparées de la surface par une couche imperméable. L'alimentation de ces nappes est assurée par l'infiltration sur leurs bordures (SALGHI, 2000).

I.2- Pollution des eaux

La pollution des eaux correspond à l'introduction dans le milieu aquatique de toute substance susceptible de modifier les caractéristiques physiques, chimiques et/ou biologiques de l'eau et de créer des risques pour la santé de l'homme, de nuire à la faune et à la flore aquatique et terrestre, ou de gêner toute autre utilisation normale des eaux (HAMADACHE et SELLAMI, 2007). Les causes de la pollution se sont étendues avec l'accroissement de la population et le développement accéléré des techniques industrielles modernes (LEVEQUE et *al.*, 1996 ; LADJEL, 2001). Le tableau I résume les différents types de pollution.

Tableau I. Différent types de pollution des eaux.

Type de pollution		Exemple	Sources
Physique	Pollution thermique	Rejets d'eau chaude.	Centrales thermiques.
	Pollution radioactive	Exploitations nucléaires.	Installations nucléaires.
Chimique	Pollution agricole	Nitrates, phosphates.	Agriculture.
	Métaux lourds	Mercure, zinc, plomb, manganèse...	Industrie, agriculture, combustion.
	Pesticides	Pesticides, fongicides.	Agriculture, industries.
	Hydrocarbures	Pétrole et dérivés.	Industrie pétrolière, pétrochimie.
Microbiologique		Bactéries, virus et champignons.	Rejets urbains.
Organique		Glucides, lipides, protides.	Effluents domestiques, agricoles, papeterie, agro-alimentaire.

(LEVEQUE et *al.*, 1996 ; LADJEL, 2001)

1.2.1-Eaux usées domestiques :

Les eaux usées proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et des eaux de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires (BONTAUX, 1994).

1.2.2. Eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, elles peuvent contenir des substances dangereuses telles que des micropolluants organiques et minéraux (ELSKENS, 2009).

1.2.3. Eaux usées d'origine agricole

Les pollutions agricoles contiennent souvent des engrais, des produits phytosanitaires (herbicides et pesticides), sans compter les déjections animales qui accompagnent les élevages intensifs. Les accumulations de métaux lourds provenant des compléments alimentaires des animaux d'élevage et des résidus d'antibiotiques utilisés contre les infections animales ou des hormones pour favoriser leur croissance, ne cessent de prévaloir sur le territoire, rendant ainsi l'eau impropre à la consommation (SCHMIDT, 2005).

1.2.4. Eaux pluviales

Les eaux pluviales peuvent, aussi, constituer une source de pollution importante des cours d'eau. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, elle entraîne des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds. etc... (BONTOUX, 1993).

1.4. Etude climatologique de la région de Menacer :

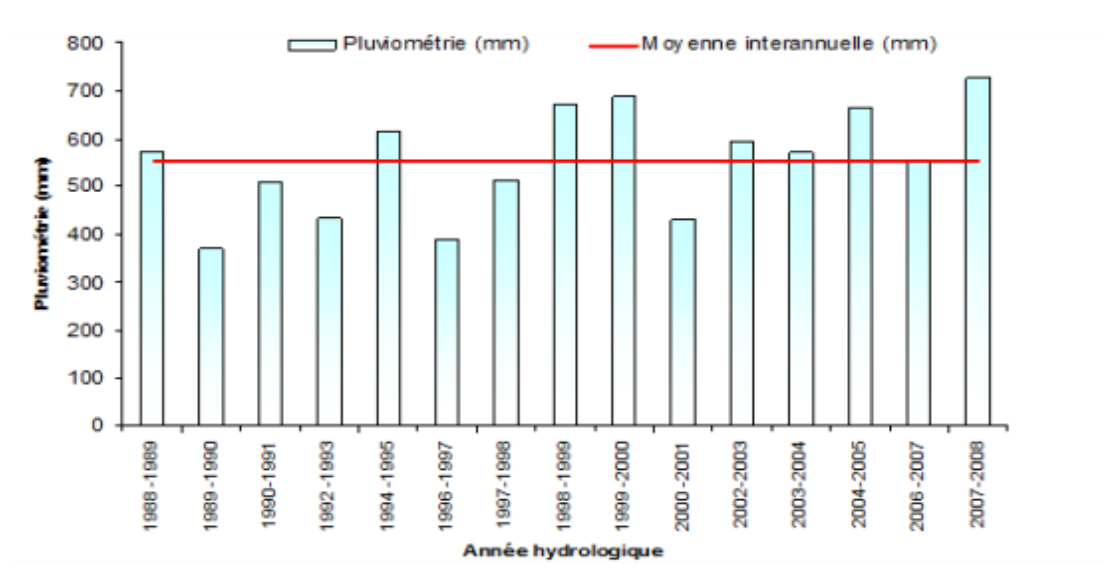
Le climat de cette région est de type méditerranéen, ce site se trouve exposé aussi à des phénomènes d'été chaud et sèche alors que, la période d'hiver est plutôt douce et humide avec une moyenne de précipitation de 400 mm à 1000 mm/an, également la

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

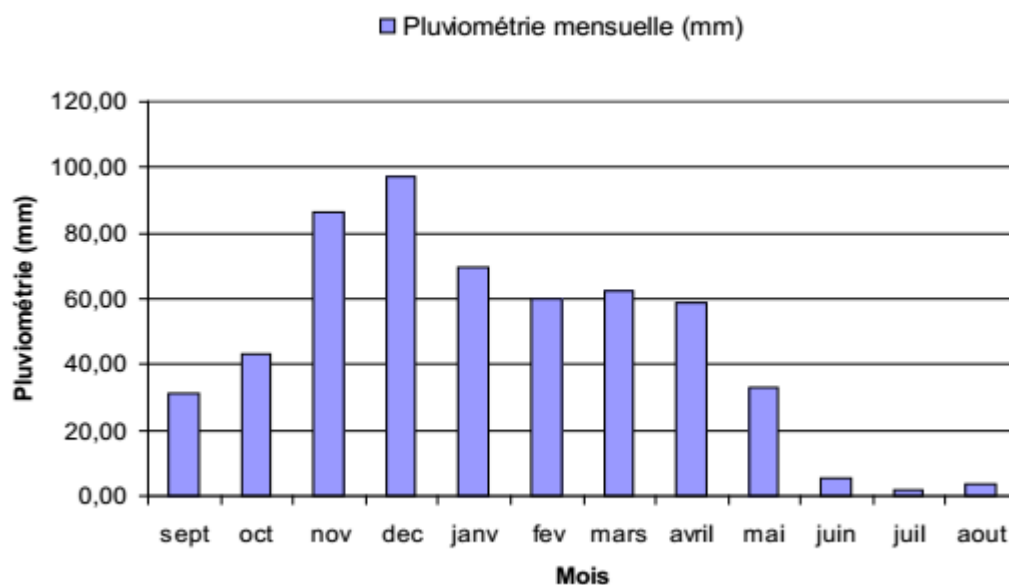
température varie en fonction de l'altitude. En été cette zone est influencée aux vent du sirocco en provenance de sud du pays, c'est durant cette période de l'année que l'on enregistre les plus importants écarts de température durant la journée. Cette région peut enregistrer des valeurs de températures supérieures à 50°C, tandis de la nuit, elle peut baisser jusqu'à 20°C et cela sous influence de la brise méditerranéenne (BOUDJANA, 2002).

Cadre climatique - Les précipitations

La pluviométrie moyenne interannuelle est de 553,35 mm/an (station pluviométrique de Boukourdane).

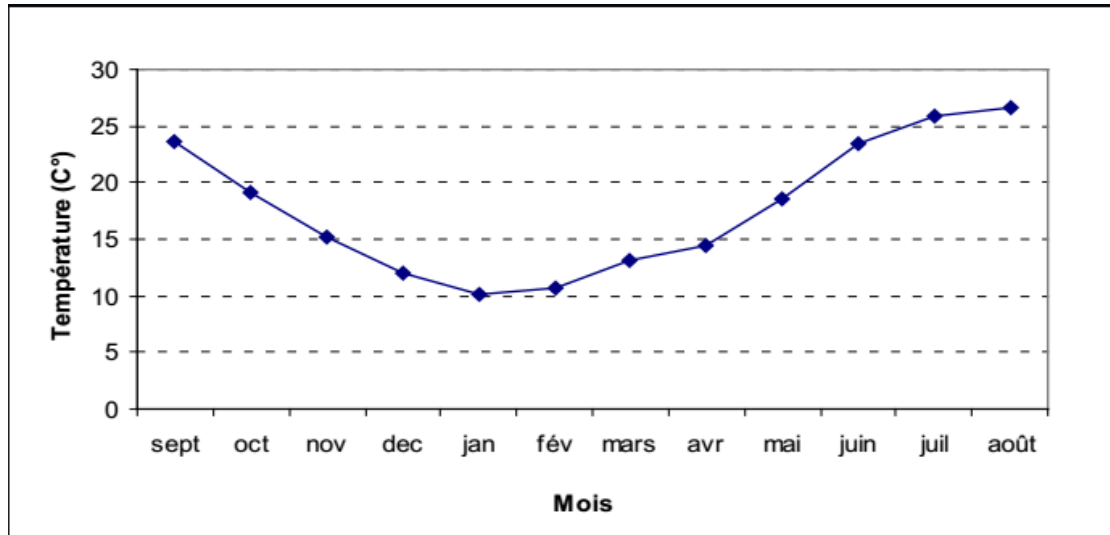


79% (435,35 mm) de la pluviométrie annuelle tombe de novembre à avril.

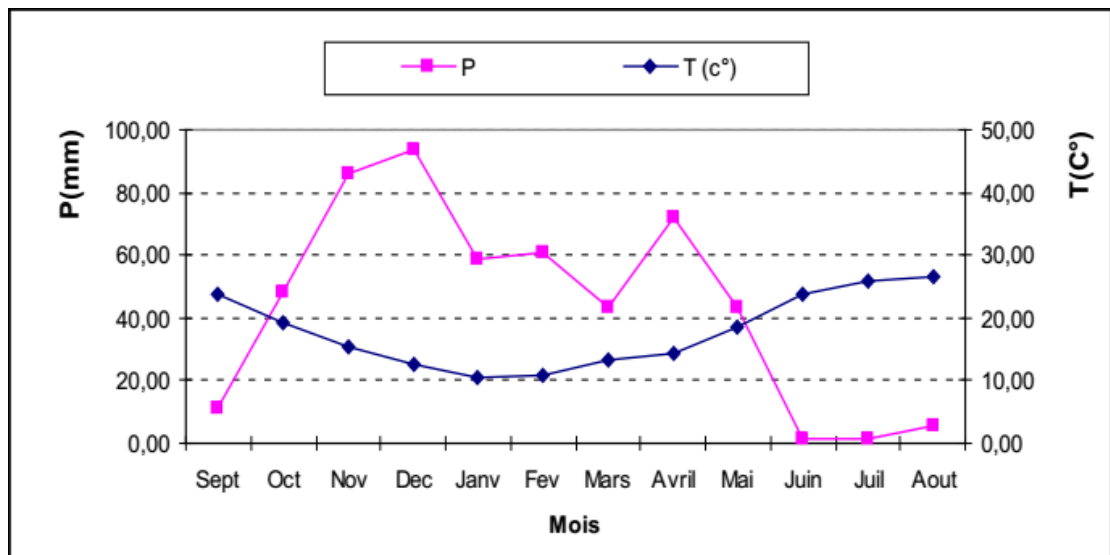


Cadre climatologique – La température

La température moyenne annuelle est de près de 18°C (1990-2005) avec des températures moyennes autour de 11 °C en hiver (décembre février) et de 25°C en été (juin aout).



Huit mois humides d'octobre à mai et quatre mois secs de juin à septembre.



I.5. Etude géologique de la région

La vallée correspond à un chenal à remplissage alluvial quaternaire qui repose en discordance sur un substratum marneux crétacé ou calcaire éocène

II-Paramètres de qualité des eaux naturelles

II.1-Paramètres physiques

II.1.1-Température (T)

La température est un facteur écologique important parce qu'elle influe sur les processus physiques, chimiques et biologiques qui se déroulent dans le milieu aquatique. ainsi que sur la vitesse des réactions enzymatiques(HUGH et *al.*, 1994).De même, il est reconnu que la température est un facteur qui contrôle la reproduction et la croissance des populations bactériennes (HOCH et KIRCHMAN, 1993).Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet, elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz et la détermination du pH (BELOKDA, 2009).

II.1.2-Potentiel d'hydrogène (pH)

Il représente le degré d'acidité (concentration en ions d'hydrogène $[H^+]$) ou d'alcalinité du milieu aquatique. Sa mesure s'effectue sur une échelle allant de 0 à 14, la neutralité étant 7. Le pH acide s'il est inférieur à 6,5, alcalin ou basique s'il supérieure à 7,5(MARC et *al.*,2007). C'est un paramètre important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. L'activité biologique se situe entre 6,5 et 8 unités de pH. En dehors de cet intervalle, le pH affecte la vie aquatique et par conséquent influence l'autoépuration du milieu naturel (MOUMOUNI, DJERMAKOYE ,2005).

II.1.3-Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. Cette notion est inversement proportionnelle à celle de la résistance électrique et varie en fonction de la température. La conductivité est directement proportionnelle à la quantité en sels minéraux dissous dans l'eau. Ainsi, plus la concentration en solides dissouts sera importante, plus la conductivité sera élevée (ANONYME, 2016).

II.1.3-Oxygène dissous:

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

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).

II.2- Paramètres chimiques

Les paramètres chimiques représentent la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques ou minérales, non dissoutes. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent (METAHRI, 2012).

II.2.1-Paramètres de pollution :

II.2.1.1-Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension (MES) désigne tous les éléments présents dans une eau et qui ne solubilisent pas dans celle-ci. Les MES incluent des matières minérales (sables, limons et argile), et des matières organiques (planctons et débris des micro-organismes). La qualité des matières en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces MES affectent la transparence de l'eau et lui donnent une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Elles diminuent la pénétration de la lumière et par la suite, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (LADJEL ,1999).

II.2.1.2-Composés azotés

L'azote est un élément essentiel des structures vivantes. Il existe dans l'eau sous trois formes essentielles selon le degré d'oxydation : ammonium (NH_4^+) nitrates (NO_3^-) et nitrites (NO_2^-). Ce sont les formes d'azote utilisables par le phytoplancton (COPIN-MONTEGUT, 1996).

II.2.1.2.1-Azote ammoniacal (NH_4^+)

L'azote ammoniacal provient des excréments animaux et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés, il est utilisé par les phytoplanctons comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes (AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983). Dans certains cas, les teneurs peuvent atteindre des seuils toxiques, variables et liés au pH et à l'oxygénation des eaux (ALZIEU, 1989).

II.2.1.2.2-Nitrate (NO_3^-) et Nitrite (NO_2^-)

Les nitrites et les nitrates sont des composés intermédiaires dans le processus de la nitrification. Ils sont associés du fait que la transformation de l'un en l'autre s'opère par des bactéries Nitrobacters du sol et de l'eau. Les nitrates proviennent de l'oxydation complète de l'azote organique sous l'action de bactéries nitrifiantes et les nitrites de l'oxydation incomplète sous l'action des Nitrosomonas (AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983).

II.2.1.3-phosphate

Le phosphore peut se présenter sous forme de sels minéraux (ortho phosphates, poly-phosphates), mais aussi sous forme de composés organiques solubilisés ou à l'état de matières en suspension (FABY et BRISSAUD, 1997). Lors de la minéralisation de la matière organique par les micro-organismes, les composés phosphatés sont progressivement transformés en phosphate soluble (TIDANINI et AMDOUN, 2003).

II.2.2-La minéralisation globale :

II.2.2.1-La dureté totale :

La dureté de l'eau ou le titre hydrotimétrique est une mesure globale de la concentration en sel (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 utilisé pour exprimer la dureté et le degré français (F).

1 F = 10 mg / l de carbonate de calcium.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

ou 4 mg /l de magnésium (meq)

ou 0,2 milliéquivalent par litre (meq/L).

on distingue :

-La dureté totale (TH) qui indique globalement la teneur en sels de Mg et Ca.

-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 120mg/l de CaCO_3 (8 et 150)(RODIER, 1984).

II.2.2.2-Chlorure (Cl^-) :

Les teneurs en chlorures 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 (RODIER et al, 1984). Les chlorures sont susceptibles d'amener une corrosion dans les canalisations et les réservoirs, en particulier les éléments en acier inoxydable pour lequel le risque s'accroît à partir de 50mg/l. La norme d'OMS recommandée en chlorure (Cl^-) des eaux ne dépasse pas 250mg/l (BOUS ZIANI, 2000).

II.2.2.3-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 et le 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).

II.2.2.4-Magnésium (Mg^{+2}) :

Le magnésium est un élément le plus répandu 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

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

(GEORGE,1963).La concentration maximale admissible est 12 mg/l (RODIER, 1984).

II.2.2.5-Sulfates (SO_4^{-2}):

La concentration en ions sulfates des eaux naturelles est variable et leur présence dépend de la légère dissolution des sulfates de calcium des roches gypseuses, de l'oxydation des sulfures dans les roches pyrites et des matières organiques d'origine animale .L'excès de sulfates 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 importants 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 de l'OMS (RODIER ,1984).

II.3. Paramètres bactériologiques

La grande majorité des microorganismes nocifs sont diffusés dans l'environnement aquatique par l'intermédiaire de souillures fécales humaines ou animales. En effet, il existe une corrélation significative entre la présence des agents pathogènes et la contamination fécale (LECLERC et *al.*, 2001).Les principales espèces pathogènes véhiculées par l'eau sont résumées dans le Tableau II.

Tableau II : Les principales espèces pathogènes véhiculées par l'eau

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Voies de contamination Principales
<i>Salmonella</i>	Typhoïde, paratyphoïde, Salmonellose.	Ingestion
<i>Shigella</i>	Dysenterie bacillaire.	Ingestion
<i>E. coli</i>	Gastro-entérite.	Ingestion
<i>Yersinia</i>	Gastro-entérite.	Ingestion
<i>Compylobacter</i>	Gastro-entérite.	Ingestion
<i>Vibrio</i>	Choléra.	Ingestion
<i>Leptospira</i>	Leptospirose.	Cutanée/Inhalation/ Ingestion
<i>Legionella</i>	Légionellose.	Ingestion
<i>Mycobacterium</i>	Tuberculose	Ingestion

(DJEDDI, 2007)

.II.3.1-Germes indicateurs d'une contamination fécale.

II.3.1.1-Les coliformes

Ce sont des bactéries Gram négatif, appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae* qui sont capables de fermenter le lactose. Les coliformes sont rencontrés largement dans les fèces d'origine animale et humaine. Ce groupe est constitué de deux catégories de bactéries : les Coliformes Totaux et les Coliformes Fécaux (MEHLMAN, 1984)

II.3.1.1.1-Les Coliformes Totaux (CT) :

Le terme coliforme correspond à des organismes à la forme d'un bâtonnet, Gram négatif, oxydase négatif et facultativement aéro-anaérobies appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. Ils sont capables de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface qui possèdent des activités inhibitrices de croissance similaires ils sont capables de fermenter le lactose et le mannitol avec production d'acide et de gaz en 48 heures à des températures de 35 à 37 °C (HASLEY et LECLERC, 1993 ; RODIER et al. 2005 ; DELARRAS, 2006).

II.3.1.1.2-Les Coliformes Fécaux (CF) :

Les Coliformes fécaux ou coliformes thermotolérants ont les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux à l'exception que la fermentation du lactose avec production de gaz se fait à 44 °C (GALAF et GHANNAM, 2003). L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli* et dans une moindre mesure certaines espèces du genre: *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (ELMUND et al., 1999; EDBERG et al., 2000). *Escherichiacoli* correspond à des coliformes thermotolérants qui produisent l'indole à partir de tryptophane à 44 °C (RODIER et al., 2005).

II.3.1.2-Les Streptocoques Fécaux (SF)

Ces bactéries appartiennent à la famille des *Streptococcaceae*, au genre *Streptococcus* et au groupe sérologique "D" de LANCEFIELD (SHARPE, 1979). Elles sont définies comme étant des cocci sphériques légèrement ovales, Gram positif. Elles se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent à 37 °C et possèdent le caractère homofermentaire avec production de l'acide lactique

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

sans dégagement de gaz (MANUEL DE BERGEY, 1984). Il existe cinq espèces : *Streptococcus bovis*, *S. equinus*, *S. avium*, *S. faecalis* et *S. faecium*. Les streptocoques fécaux sont localisés dans l'intestins de l'homme et des animaux à sang chaud et indiquent une pollution par des matières fécales.

II.3.2-Germes pathogènes

II.3.2.1-Les Clostridiums

Ces bactéries sont des bacilles Gram positif, anaérobies strictes presque toujours mobiles, sporulées. Ces bactéries ont un point commun, celui de réduire le sulfite de sodium en sulfure (HASLAY et LECLERC, 1993). Les Clostridiums sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale, mais il y a un intérêt à rechercher que les espèces les plus susceptibles d'être d'origine fécale: c'est le cas en particulier des (*Clostridium perfringens*) (RODIER et al, 2005).

II.3.2.2-Les vibrions cholériques

Les vibrions sont des bacilles fins, légèrement incurvés, mobiles grâce à un cil polaire, aéro-anaérobie, fermentant les glucides, oxydase positif, appartiennent à la famille des *Vibrionaceae*, asporulés, Gram négatif (PILET et al, 1983). Ils revêtent une importance particulière dans la contamination des eaux et sont à l'origine d'une grave maladie, le choléra.

II.3.2.3-Les Salmonelles

Les espèces du genre *Salmonella* appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*. Le genre *Salmonella* est l'un des plus importants de cette famille. Ce genre comprend des bactéries asporulées, Gram négatif, aéro-anaérobies facultatives, généralement mobiles grâce à des cils péritriches et parfois immobiles (GALAF et GHANNAM, 2003). Les Salmonelles sont des organismes mésophiles, la température optimale de croissance est de 37 °C. Elles sont présentes chez l'homme au niveau des intestins, mais aussi chez les mammifères et bon nombre d'animaux à sang chaud (BRISON et DENIS, 1978).

III. Résistances aux antibiotiques

III.1. Espèce étudiée

Le genre *Escherichia* est un bacille Gram négatif, anaérobie facultative possédant des cils péritiches et flagelles (PHILIPON, 2004). Ces bactéries ont été isolées pour la 1^{ère} fois par Escherich en 1885, cette bactérie est connue depuis longtemps comme un germe commensale du tube digestif de l'homme et l'animale. *E. coli* est l'espèce bactérienne la plus étudiée par les fundamentalistes pour les travaux de physiologie et de génétique. La présence de colibacilles ou d'espèces voisines dans l'eau est un témoin de contamination fécale (BAKHOUM, 2004). Selon GUEYE (2007) *E. coli* possède tous les caractères décrits plus haut comme étant communs aux *Entérobacteriaceae* mais elle présente les caractères suivants ;

Lactose +, Indole+, Citrate-, H₂S⁻ (souvent), Gaz+, Uréase-. Le genre *d'Escherichia* comprend cinq espèces qui sont rarement rencontrées *E. hermannii*, *E. fergusonii*, *E. blattae* (PELMONT., 1995 et NICKLIN, 2000)

III.2. Antibiotique et antibiorésistance

III.2.1 Antibiotique

Les antibiotiques (ATB) sont des substances naturelles produites par certains microorganismes, elles sont actives sur d'autres bactéries. Aujourd'hui, les antibiotiques sont produits par une synthèse chimique (REMY, 2010). Un antibiotique est bactériostatique lorsqu'il inhibe la multiplication des bactéries sans les tuer, et est bactéricide lorsque son action va jusqu'à la destruction de la cellule bactérienne. Dans certains cas, un antibiotique peut être bactériostatique à une certaine concentration et bactéricide à une concentration supérieure (DANAN ET AURORE, 2006 ET REMY, 2010).

III.2.2 Antibiorésistance

Une souche résistante est capable de se développer en présence d'une concentration en antibiotiques notablement plus élevée, que celle qui inhibe le développement de la plus part des autres souches de la même espèce (GILBERT et MCBAIN, 2003). La résistance aux antibiotiques apparaît comme un événement normal de l'évolution des micro-organismes (VAN BAMBEKE et al, 2008).

III.2.3-Classification et mode d'action des antibiotiques

Les ATB peuvent être classés selon plusieurs critères : l'origine, la nature chimique, le mode d'action ou le spectre d'action (BRYSKIER, 1999). La plus-part des antibiotiques agissent par inhibition spécifique de certaines chaînes métaboliques au niveau d'une étape précise qui constitue leur site d'action ou cible moléculaire (BRYSKIER, 1999). L'action antibactérienne de ces ATB s'effectue selon quatre principaux mécanismes :

- Inhibition de la synthèse des constituants de la paroi (le peptidoglycane).
- Action sur la structure de la membrane plasmique.
- Inhibition de la synthèse protéique
- Inhibition de la synthèse des acides nucléiques.

III.2.4- Différents types de résistance bactérienne

On distingue deux types de résistance selon leur origine. Elle peut être naturelle ou acquise (VANBOURDOLLE, 2007).

A- Résistance naturelle

La résistance naturelle est un caractère présent chez toutes les souches appartenant à la même espèce, elle peut être due à l'inaccessibilité de la cible pour l'ATB qu'est une conséquence des différences existant entre les structures pariétales bactériennes, à une faible affinité de la cible pour l'ATB, ou encore à l'absence de la cible (POYART, 2003).

B- Résistance acquise

La résistance acquise est l'acquisition de nouveaux gènes capables de rendre la bactérie insensible à un antibiotique ou à un groupe d'antibiotiques. Ce nouveau gène peut être obtenu soit par mutation au niveau du chromosome qui est un phénomène rare soit par transfert d'ADN de plasmides conjugatifs ou de transposons (mécanisme le plus fréquent) (YALA *et al.*, 2000).

Les antibiotiques et leurs métabolites, qui sont régulièrement retrouvés dans des écosystèmes naturels, peuvent jouer un rôle dans la sélection des bactéries

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

multirésistantes. Cette contamination de l'environnement par les antibiotiques peut survenir de plusieurs manières, la première étant la contamination directe de l'environnement des élevages de bétails et de poissons dans lesquels les antibiotiques sont utilisés. Le deuxième mode de contamination se fait via les égouts. En effet, les antibiotiques utilisés en médecine humaine et leurs métabolites sont évacués dans les égouts et peuvent être retrouvés dans les effluents des stations d'épuration, qui peuvent eux-mêmes être utilisés pour l'arrosage ou la fertilisation des terres agricoles. Ces antibiotiques sont ensuite retrouvés dans les eaux de surfaces ou les eaux souterraines, où ils peuvent favoriser l'émergence de souches bactériennes multirésistantes. (BOXALL *et al*, 2011 et MICHAEL *et al*, 2013).

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

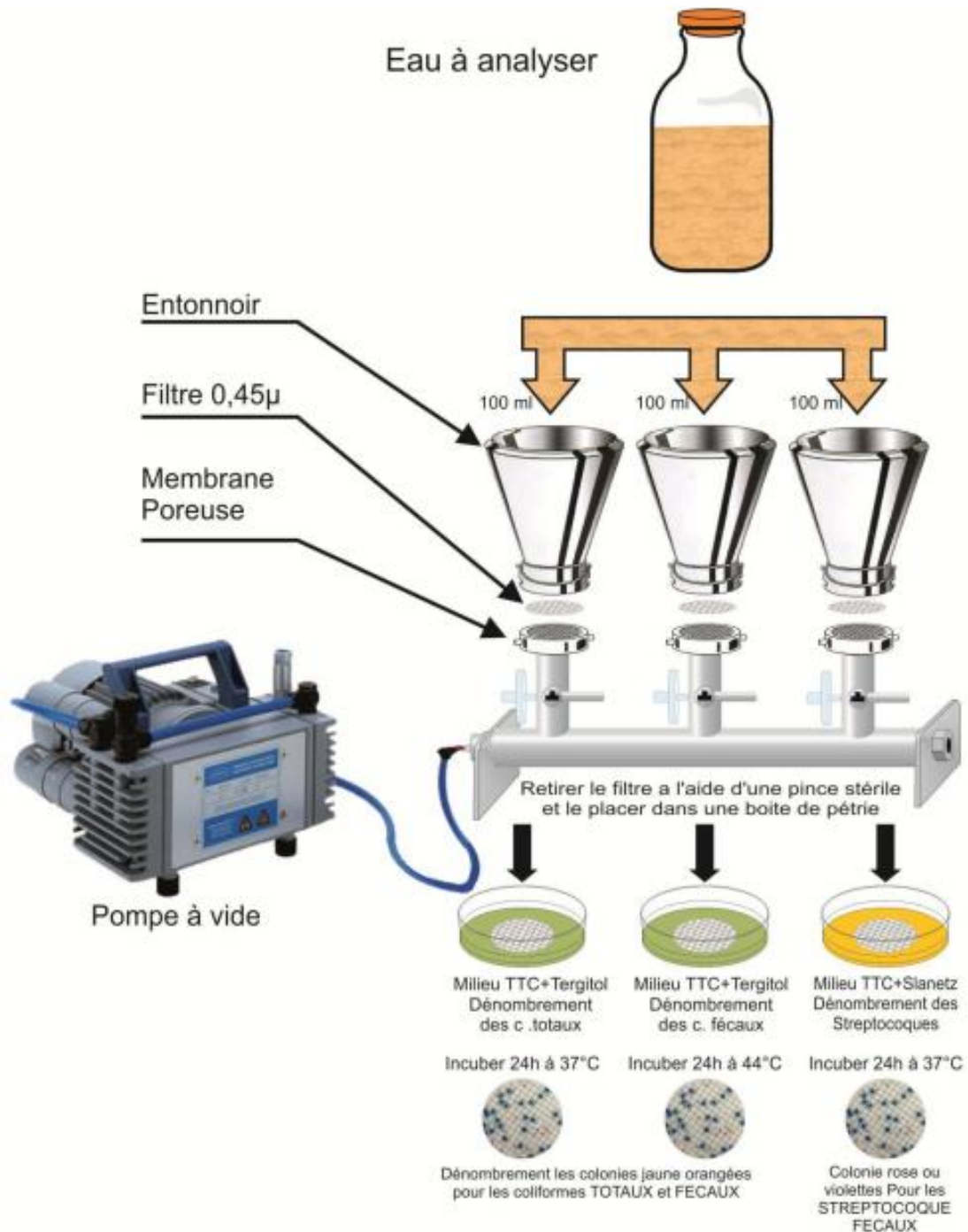


Figure 30 : Colimétrie et Streptométrie par filtration sur membrane.

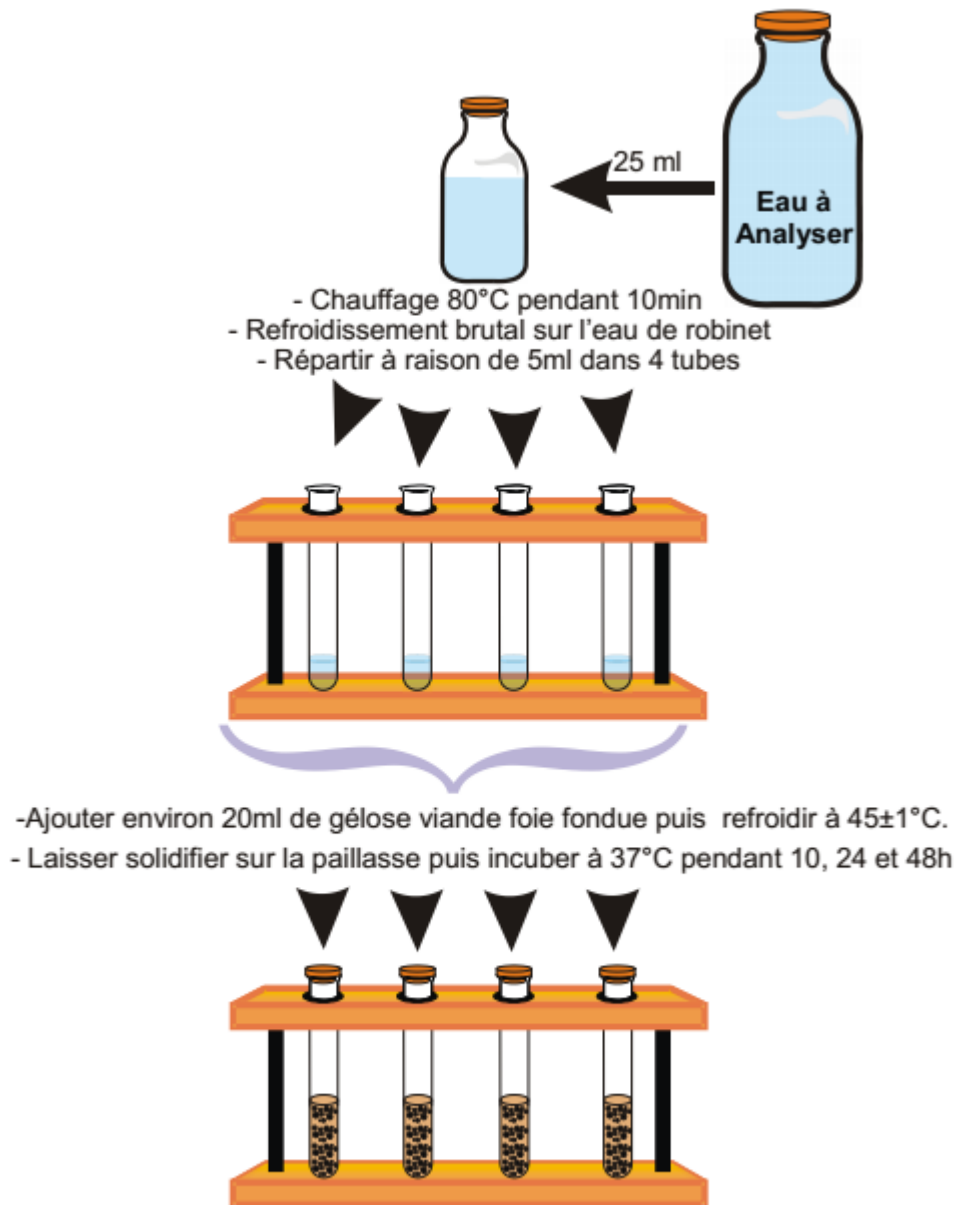


Figure 31 : Recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfito- réducteur

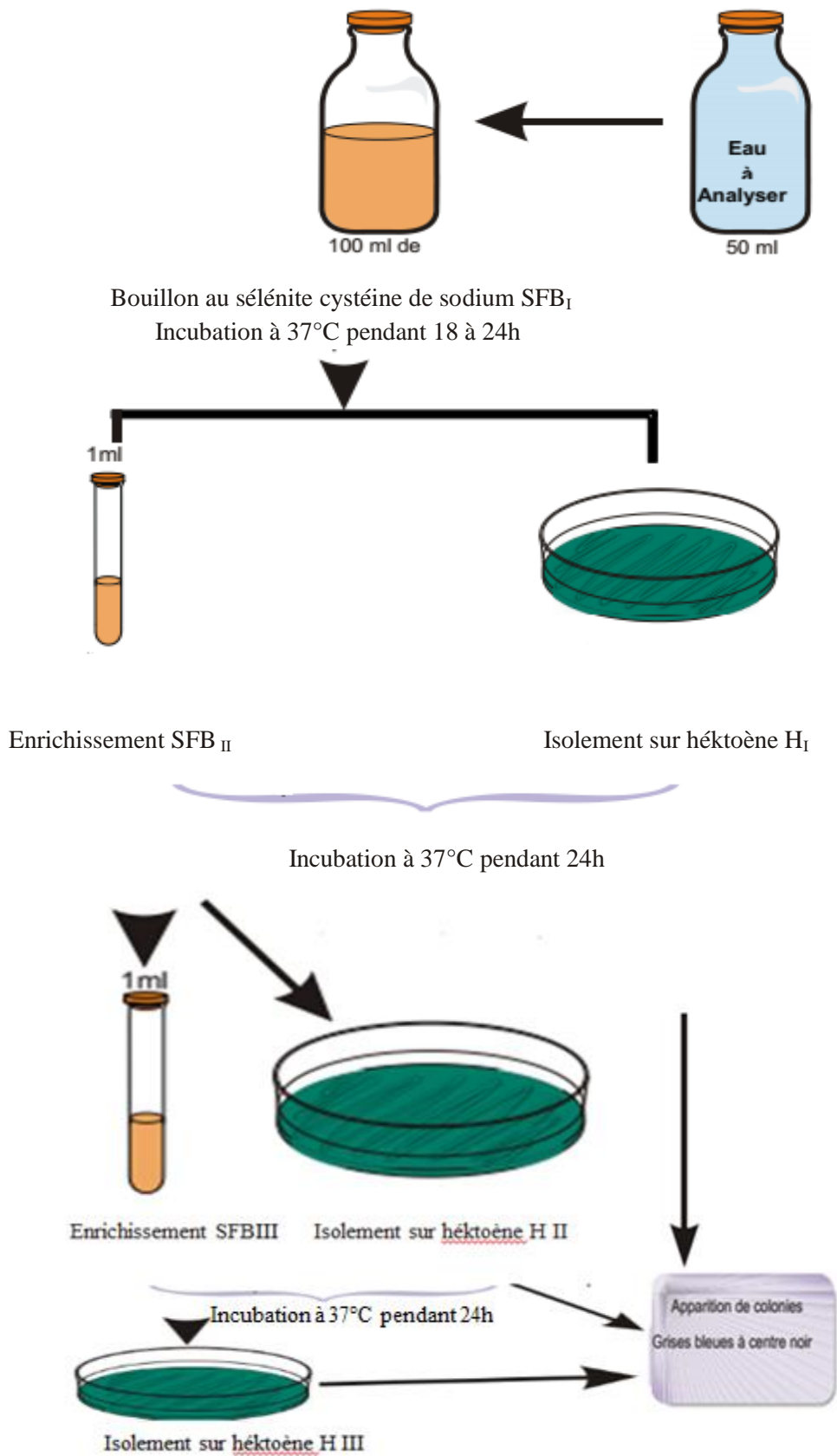


Figure 32 : Recherche et dénombrement de *Salmonella*.

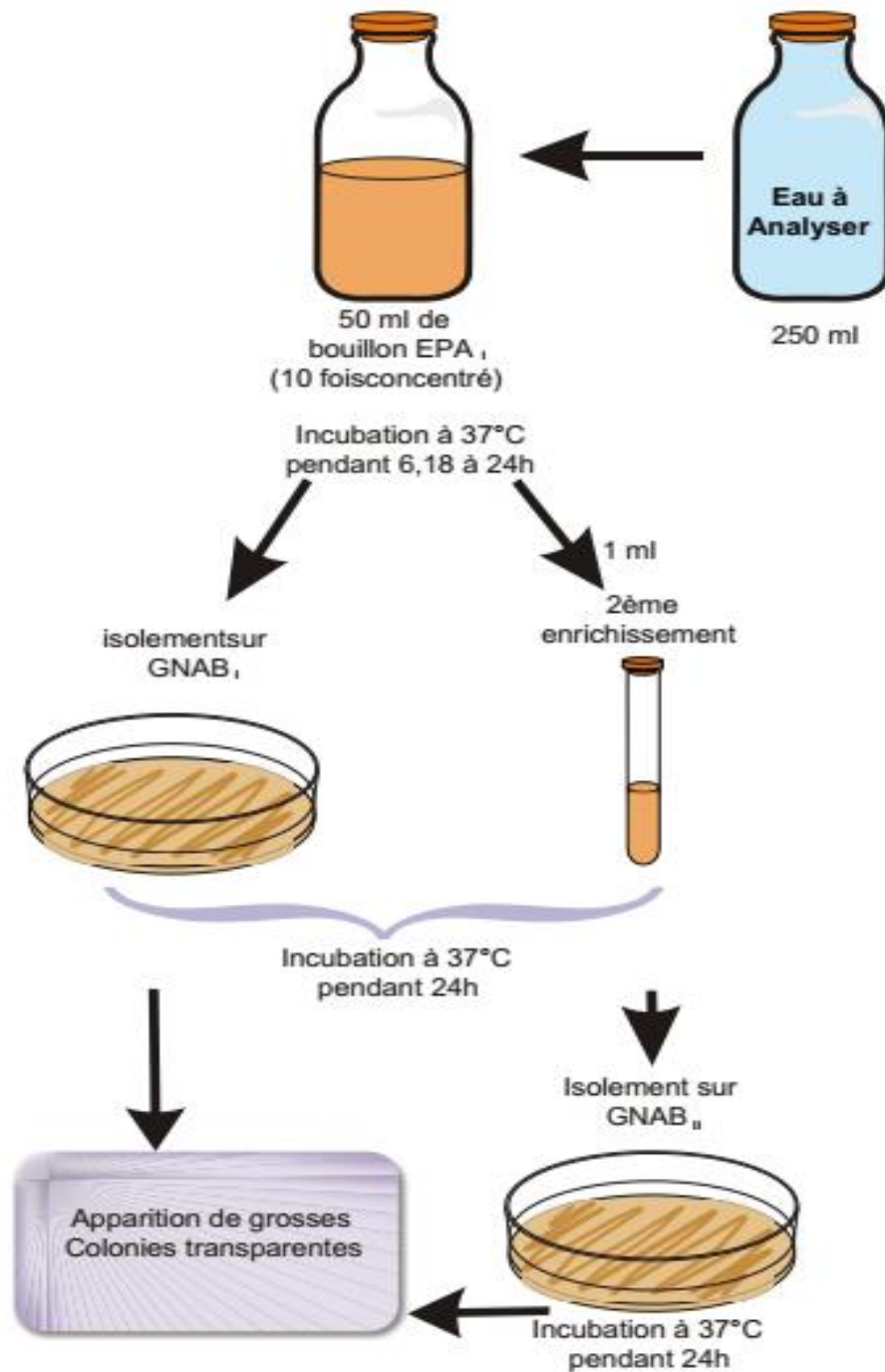


Figure 33 : Recherche de Vibrien cholérique

ANNEXE N° II : matériel non biologique

Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques

*solutions et réactifs et leurs compositions chimiques :

Dosage de nitrates :

- Réactif mixte :

Sulfanilamide.....40g.

Acide phosphorique..... 100ml.

N-1-Naphtyl éthylène diamine.....2g.

Eau distillée.....1000ml.

Dosage des nitrates :

- Solution de salicylate de sodium 0,5%

Salicylate de sodium.....0,5g.

Eau distillée.....100ml.

- Solution de soude et de tartrate double de sodium et de potassium

Hydroxyde de sodium
NaOH.....400g.

Tartrate de sodium et de potassium.....60g.

Eau distillée.....1000ml,

laisser refroidir avant de compléter à 1000ml.

- Acide sulfurique pur (H₂SO₄)

Acide sulfurique.....150ml.

Eau distillée150ml.

Dosage de phosphate :

- Réactif mixte :

A : 13 g d'heptamolybdate d'ammonium.....100ml d'eau distillée.

B : 0,35g de tartrate d'antimoine et de potassium.....100ml d'eau distillée.

C : 150ml d'acide sulfurique pur.....150ml d'eau distillée.

(A+B)+C.....500ml d'eau distillée.

- Acide ascorbique à 10%

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

Dosage de sulfate :

- Solution stabilisante :

Acide chlorhydrique.....60g.

Ethanol.....200ml.

Chlorure de sodium.....150g.

Glycérol.....100ml.

Eau distillée.....1000ml.

- Solution de chlorure de baryum :

Chlorure de baryum.....150g.

Acide
chlorhydrique.....5ml.

Eau distillée.....1000ml.

Dosage chlorure :

- Solution de nitrate d'argent à 0.01N :

Nitrate d'argent.....1.6987g.

Eau distillée.....1000ml.

- Indicateur coloré chromate de potassium à 10%

K₂C₃O₄.....10g.

Eau distillée.....1000ml.

Dosage d'ammonium :

- Réactif1 :

Acide dichloroisocyanurique.....2g.

Hydroxyde de sodium
NaOH.....32g.

Eau distillée.....100ml.

- Réactif 2(coloré)

Trictrate de sodium.....130g.

Salicylate de sodium.....130g.

Nitroprussiate de sodium.....0,97g.

Eau distillée.....1000ml.

Matériel pour les analyses Bactériologiques

Composition des différents milieux de culture

Gélose lactose au tergitol et au TTC (milieu de base)

- Peptone.....10g.

- extrait de viande5g.

- extrait de levure.....5g.

- lactose.....20g.

- TTC (chlorure de 2,3,5-triphényltétrazolieum).....0,25g.

- Tergitol 7.....0,1g.

- Bleu de bromothymol.....0,5g.

- Agar.....13g.

Gélose Slanetz et Bertley avec TTC

- Glucose	2g.
- Trypose.....	20g.
- Extrait autolytique de levure.....	5g.
- Phosphate dipotassique	4g.
- Azide de sodium	0,4g.
- TTC(chlorure de 2-3-5 triphényltétrazolieum).....	0,1g.
- Agar	10g.
- Eau distillée	1000ml.

Gélose Viande Foie (VF)

- Base viande foie.....	30g.
- Glucose.....	2g.
- Agar.....	6g.
- Eau distillée.....	1000ml.

Bouillon au sélénite de sodium cystéine SFB

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

Gélose Heckoten

- Peptone.....	12g.
- Extrait de viande.....	3g.

- Lactose.....12g.
- Saccharose.....12g.
- Salicine.....2g.
- Citrate de fer III et d'ammonium.....2g.
- Sels biliaires.....9g.
- Fuchsine acide.....0,1g.
- Bleu de bromothymol.....0,065g.
- Agar.....13g.

Eau Peptonée alcalin (EPA)

- Peptone.....20g.
- Chlorure de sodium.....30g.
- Eau distillée.....1000ml.

Gélose nutritive alcalin billée(GNAB)

- Peptone de viande.....10g.
- Extrait de viande3g.
- Chlorure de sodium5g.
- Bile de bœuf desséchée.....2g.
- Agar18g.
- Eau distillée.....1000ml.

❖ Additifs

• Alun de fer:

- Citrate ammoniacal (Alun de fer).....5g.
- Eau distillée.....1000ml.

• **Sulfite de sodium à 10 %**

Na₂SO₃,7H₂O(Hyperhydrate).....10g.

- Eau distillée.....100ml.

OuNa₂SO₃.....10g.

- Eau distillée.....100ml.

• **Sélénite de sodium**

-Sélénite de sodium.....360,30g.

- Eau distillée.....30ml.

• **Additif hecktoen :**

- hyposulfite de sodium240 g.

- Citrate de fer ammoniacal68,00 g.

- Eau distillée100 ml.

• **Additif TTC + Tergitol**

• **Réactif de Kovaks :**

- Acide isoamylique750 ml.

- Acide chlorhydrique250 ml .

- Para diméthyl amino benzaldehyde50 g.

❖**Gélose TSI (Triple Sugar Iron Agar)* :**

- Peptone de viande15 g.

- Proteose peptone5g.

- Extrait de viande.....3 g.

- Extrait de levure3 g.

- Glucose1 g.

- Saccharose10 g.

- Lactose10 g.

- Citrate de fer (III) ammoniacal0,3 g.

- NaCl (58.44 g/mol)5 g.

- Sodium thiosulfate0,3 g.
- Rouge de phenol0,05 g.
- Agar18 g.
- Eau distillée100 ml.

❖ **Milieu urée :**

- L-tryptophane3 g.
- Phosphate dipotassique1g.
- Phosphate monopotassique1g.
- Chlorure de sodium 5 g.
- Urée 20g.
- Rouge de phénol 2,5 g.
- Eau distillée100 ml.

❖ **Gélose Nutritive**

- Extrait de viande.....1g.
- Extrait de levure.....2,5.
- Peptone.....5g.
- Chlorure de sodium.....5g.
- Agar.....15g.

❖ **Gélose Mueller-Hinton**

- Infusion de viande de bœuf déshydratée.....300g.
- Hydrolysate de caséine.....17,5 g.
- Amidon de maïs.....1,5g.
- Agar Agar.....13g.
- Eau distillé.....1000 ml.

N° III : Résultat des analyses physicochimiques et microbiologiques

Tableau V : Résultat des analyses physicochimiques.

Paramètre physique	Date	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	Moy	Unité	Norme	
								OMS 2011	J.O.R.A 2011
Température	P1 (19/02/2017)	12,2	12,1	11,9	13,8	12,5	°C	25	25
	P2 (19/03/2017)	11,4	13,36	16,30	10,50	12,89			
	P3 (16/04/2017)	11	12,5	13	15	12,87			
	P4 (14/05/2017)	18	19,2	20,1	19,4	19,17			
PH	P1 (19/02/2017)	8,23	8,04	8,25	7,95	8,11	Unité PH	5,5-9	>6,5 et<9
	P2 (19/03/2017)	8,36	7,3	7,7	8,3	7,91			
	P3 (16/04/2017)	8,26	8,27	8,29	7,27	8,02			
	P4 (14/05/2017)	7,9	8,04	8,09	8,1	8,03			
Conductivité électrique	P1 (19/02/2017)	567	152,2	657	991	591,8	Ms/cm	3000	2800
	P2 (19/03/2017)	601	710	680	723	678,5			
	P3 (16/04/2017)	720	733	727	723	725,75			
	P4 (14/05/2017)	622	743	722	740	706,75			
Turbidité	P1 (19/02/2017)	13,4	6,23	13,4	16	12,25	NTU	2	2
	P2 (19/03/2017)	11,4	13	11,4	9,36	11,29			
	P3 (16/04/2017)	3,83	5,61	4,94	3,31	4,42			
	P4 (14/05/2017)	3,80	15,1	3,44	15,6	9,48			

Minéralisation	Date	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	Moy	Unité	Norme	
								OMS 2011	J.O.R.A 2011
Chlorures Cl⁻	P1 (19/02/2017)	49,7	52,2	71	78	62,72	mg/l	250	600
	P2 (19/03/2017)	32,1	42,6	43,2	49,7	41,9			
	P3 (16/04/2017)	71	63,9	56,8	92,3	71			
	P4 (14/05/2017)	40,1	51,3	61	72,3	56,17			
Sulfate SO₄²⁻	P1 (19/02/2017)	66,1	64,2	95,05	125,5	87,71	mg/l	250	400
	P2 (19/03/2017)	69	70,1	86,45	134,69	90,09			
	P3 (16/04/2017)	79	89,1	85	76,3	40,60			
	P4 (14/05/2017)	65	77,4	64	89	73,85			
Titre hydrotimétrique (TH)	P1 (19/02/2017)	30	31	34	40	33,75	mg/l	200	200
	P2 (19/03/2017)	29	30	40	50	37,25			
	P3 (16/04/2017)	34	37	35	72	44,5			
	P4 (14/05/2017)	27	33	37	63	39,25			
Magnésium Mg	P1 (19/02/2017)	36	38	39,7	57,6	42,82	mg/l	50	50
	P2 (19/03/2017)	30	37	45	48	40			
	P3 (16/04/2017)	38,4	40,8	39	38,4	39,15			
	P4 (14/05/2017)	31,3	36	38,6	47	38,22			
Calcium Ca	P1 (19/02/2017)	60	62	80	64	66,5	mg/l	100	200
	P2 (19/03/2017)	59	68	90	128	86,25			
	P3 (16/04/2017)	72	68	66	64	67,5			
	P4 (14/05/2017)	62	64	75	79	70			

P-Pollution	Date	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	Moy	Unité	Norme	
								OMS 2011	J.O.R.A 2011
Phosphate PO_4^{-3}	P1 (19/02/2017)	0,11	0,73	0,13	0,15	0,28	mg/l	0,2	10
	P2 (19/03/2017)	0,09	0,80	0,16	0,63	0,42			
	P3 (16/04/2017)	0,43	0,54	0,74	0,63	0,585			
	P4 (14/05/2017)	0,09	0,04	0,05	0,05	0,05			
Nitrate NO_3^-	P1 (19/02/2017)	0,15	1,65	1,55	3,75	1,77	mg/l	50	50
	P2 (19/03/2017)	0,37	0,30	1,01	0,85	0,63			
	P3 (16/04/2017)	0,20	0,80	1,00	1,70	0,925			
	P4 (14/05/2017)	1,15	3,70	1,2	0,66	1,672			
Nitrite NO_2^-	P1 (19/02/2017)	0,01	0,02	0,08	0,374	0,12	mg/l	0,1	0,1
	P2 (19/03/2017)	0,02	0,03	0,06	0,40	0,127			
	P3 (16/04/2017)	0,43	0,54	0,28	0,30	0,387			
	P4 (14/05/2017)	0,01	0,05	0,14	0,11	0,07			
Ammonium NH_4^+	P1 (19/02/2017)	0,54	1,30	0,23	1,20	0,82	mg/l	2	4
	P2 (19/03/2017)	0,06	0,17	0,28	0,39	0,22			
	P3 (16/04/2017)	0,69	1,21	1,20	1,07	1,04			
	P4 (14/05/2017)	0,20	1,23	0,79	0,81	0,75			

Tableau VI Résultat des analyses bactériologiques.

Bactériologique	Date	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	Moy	Unité	Norme	
								OMS 2011	J.O.R. A 2011
Coliforme totaux	P1 (19/02/2017)	1200	3000	3100	2800	2525	UTC	5000	5000
	P2 (19/03/2017)	2000	1200	1340	1100	1410			
	P3 (16/04/2017)	1400	2200	920	2000	1630			
	P4 (14/05/2017)	3200	2800	3000	3500	3125			
Coliforme fécaux	P1 (19/02/2017)	60	10	18	24	28	UFC	2000	2000
	P2 (19/03/2017)	14	90	16	24	36			
	P3 (16/04/2017)	10	60	130	70	67			
	P4 (14/05/2017)	70	260	290	190	202			
Streptocoques fécaux	P1 (19/02/2017)	130	120	20	90	90	UFC	1000	1000
	P2 (19/03/2017)	30	40	130	140	85			
	P3 (16/04/2017)	89	60	150	210	127			
	P4 (14/05/2017)	20	100	50	280	112			
Les Spores de clostridium Sulfito-réducteurs	P1 (19/02/2017)	1	18	12	9	10	UFC	00	00
	P2 (19/03/2017)	26	40	33	44	24			
	P3 (16/04/2017)	121	123	92	0	80			
	P4 (14/05/2017)	0	0	0	02	0			
Les Salmonelles	P1 (19/02/2017)	0	0	0	0	0	UFC	00	00
	P2 (19/03/2017)	0	0	0	0	0			
	P3 (16/05/2017)	0	0	0	0	0			
	P4 (14/05/2017)	0	0	0	0	0			
<i>Vibrio cholérique</i>	P1 (19/02/2017)	0	0	0	0	0	UFC	00	00
	P2 (19/03/2017)	0	0	0	0	0			
	P3 (16/04/2017)	0	0	0	0	0			
	P4 (14/05/2017)	0	0	0	0	0			

ANNEXE N° IV : Photos originale de matériel utilisé

Appareillages pour analyses bactériologique



Etuve memmert (37°).



Bain marie memmert.



Autoclave JSR.



Etuve memmert.



Bec bunsen



Centrifugeuse

Appareillages pour analyses physico-chimiques



Spectrophotomètre Hach LANGE DR 5000. PH mètre Hach 7110



Conductimètres Hach cond7110

Turbidimètre

Verreries

- Equipement de filtration sous vide : entonnoir, papier filtre humide, fiole vide.
- Bêcher en verre,
- Boîtes de pétri
- Pipettes stériles.
- Eprouvette graduée.
- Fiole.
- Entonnoir
- Creuset.
- Dessiccateur.
- Pinces