



Annexe



Dédicace

Ce travail est dédié à

A la mémoire de l'amour de ma vie, ma source de tendresse, celle qui s'est toujours sacrifiée pour me voir grandir et réussir, je tiens à te remercier même si tu n'es plus parmi nous Aujourd'hui, à toi ma Maman que dieu te garde dans son vaste paradis.

A la lumière de mes jours, à mon exemple d'honnêteté, à toi mon cher papa je te remercie pour ton amour, ton soutien pour aller jusqu'au bout de mes ambitions ainsi que toute les années de sacrifice pour nous, je t'aime papa.

A le secret de mon sourire, ma source de joie, mon âme sœur, à toi mon fiancé Amine, merci pour ton amour, ton soutien ainsi que la famille Tebbal.

A ma chère unique sœur Amel, ma confidente, que dieu te garde pour moi.

À l'ambiance de la famille, à mon petit frère Abed eldjilil, que dieu te protège.

A mon grand frère Amine et sa femme Amina ainsi le petit chou Anes.

A ma tante Nabila, celle qui s'est toujours été la pour nous avec son amour infinie et sa tendresse, ainsi que son mari tonton Mohamed et leur fille Lina.

A mes grands-parents, merci pour votre amour et tendresse. Ainsi que tous les nombre de ma famille.

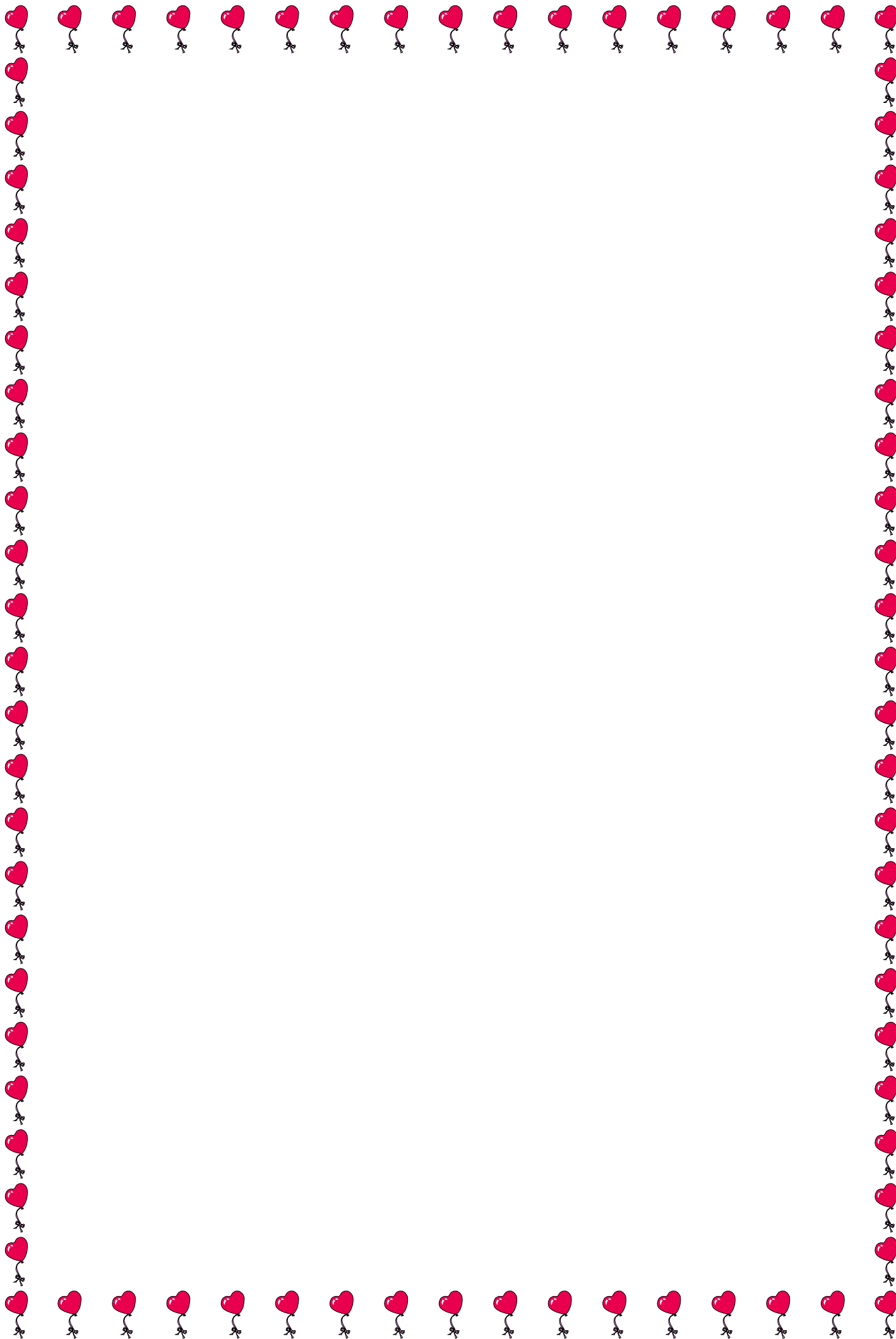
A ma binôme Nassima ainsi que toute sa famille pour leur gentillesse.

A mes ami(e)s : Maroua, Yousra, Manel, Zahra, Nassima, Noudjoud, Nouha, Fatima et Hafsa dont j'ai partagé avec eux les plus belles souvenirs du cursus universitaire que je vais jamais les oublier.

A mes camarades de 2eme année master spécialité : restauration des milieux aquatiques continentaux année de promotion 2017.

Merci à tous.

Rima.





Remerciements

Tout d'abord, nous remercions le BON BIEU qui nous à donné le courage et la volonté afin de réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier très sincèrement toutes les personnes qui, de près ou de loi, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Nos remerciements vont principalement à madame MOHAMEDMAHMOUD.F, notre promotrice de nous avoir aidées et nous dirigées durant la période de notre travail.

Nous adressons nos sincères remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail.

Nous voudrions remercions Mme KHATTAR.S qui nous à honorées d'avoir accepté de présidé ce jury ; nous remercions également Mme CHAICHI d'avoir accepté d'examiner ce travail

Par la même occasion nous remercions l'ensemble de personnel du laboratoire de SEAAL de Sidi Amar ainsi que toute l'équipe du laboratoire d'hygiènes de TIPAZA & de BLIDA ;

Notre gratitude va aussi à tous nos enseignants du département de Biologie et Physiologie Cellulaire

Nous voudrions finalement remercier nos parents à qui nous devons tant, merci de votre soutien encouragement et sacrifiassions pendant toutes nos années d'études.

Merci à tous.

Résumé

Dans cette étude, les analyses physico-chimiques et bactériologiques (CT ,CF,SRP,ASR ,Sal,Vib) ont été utilisés pour l'évaluation de la qualité des eaux brutes et traitées du barrage de Boukourdane au niveau de la station de traitement de l'eau potable de Sidi Amar.

Les résultats obtenus montrent que les eaux brutes du barrage de Boukourdane répondent aux normes établies par JORA, concernant les analyses bactériologiques, les résultats obtenus révèlent que l'eau brute est d'une qualité inapte à la consommation humaine à cause de la présence Coliformes et des Streptocoques mais conformes aux exigences de l'eau destinées à la production de l'eau potable.

Quant à l'eau traitée au niveau de l'usine de traitement de Sidi-Amar, il s'avère que les qualités physico-chimiques et bactériologiques sont conformes aux exigences de l'Organisation Mondiale de la Santé et le journal Officiel de la république Algérienne, Ces résultats prouvent l'efficacité du traitement au niveau de la station.

Mots clés

Barrage de boukourdane , eau brute ,eau traitée, qualité physico-chimique, qualité bactériologique, station de traitement

ملخص

لتقييم نوعية المياه الخام في محطة تم في هذه الدراسة استخدام التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية المعالجة من مياه الشرب في سيدي عمار أظهرت النتائج أن المياه الخام لسد بوكوردين تفي بالمعايير التي وضعتها الهيئة فيما يتعلق بالتحاليل البكتريولوجية والنتائج التي تم الحصول عليها تبين أن المياه الخام غير صالحة للاستهلاك ولكن تتفق مع متطلبات المياه المخصصة لإنتاج مياه الشرب. أما بالنسبة للمياه المعالجة في محطة معالجة سيدي-عمار، يبدو أن الصفات الفيزيائية والبكتريولوجية تتفق مع متطلبات منظمة الصحة العالمية و جريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، هذه النتائج تثبت فعالية العلاج على مستوى المحطة.

الرئيسية الكلمات

وسد بوكوردين، والمياه الخام، والمياه المعالجة، والجودة الفيزيائية والكيميائية، والجودة البكتريولوجية، ومحطة المعالجة

Liste des figures

Figure 1 : Répartition de l'eau sur la terre	3
Figure 2 : le cycle de l'eau	4
Figure 3 : localisation géographique du barrage de Boukourdane	20
Figure 4 : Calorimètre pour la mesure de chlore	24
Figure 5 : Variation des moyennes mensuelles de la température(C°) de l'eau brute (EB) et traitée(ET)	37
Figure 6 : Variation des moyennes mensuelles du pH de l'eau brute (EB) et traitée(ET). . .	38
Figure 7 : Variation des moyennes mensuelles de la conductivité des eaux brutes (EB) et traitées(ET).	39
Figure 8 : Variation des moyennes mensuelles de l'Aluminium (mg/l) dans les eaux brutes (EB) et traitées (ET)	88
Figure 9 : variation des concentrations moyennes mensuelles de chlorure (mg/l) des eaux brutes (EB) et traitées (ET)	88
Figure 10 : variation des concentrations moyennes mensuelles du calcium (mg/l) des eaux brutes (EB) et les eaux traitées (ET)	88
Figure 11 : variation des concentrations moyennes mensuelles du magnésium (mg/l) des eaux brutes (EB) et les eaux traitées (ET)	88
Figure 12 : variation des moyennes mensuelles d'Oxygène dissous (mg/l) dans les eaux brutes (EB) et les eaux traitées (ET)	88
Figure 13 : variation des moyennes mensuelles du Sulfate (mg/l) des eaux brutes (EB) et les eaux traitées (ET)	88
Figure 14 : Taux de germes (CF, CT, Strep e, ASR et Salmonelle) dans les eaux brutes . . .	88

Liste des tableaux

Tableau I : Principales maladies transmises par l'eau	19
Tableau II : Résultats des moyennes mensuelles de Conductivité	39
Tableau III : Résultats des concentrations mensuelles de Nitrate	00
Tableau IV : Résultats des concentrations mensuelles de Nitrite	00
Tableau V : Résultats des concentrations mensuelles d'Ammonium	00
Tableau VI : Résultats des concentrations mensuelles d'Ortho-phosphate	00
Tableau VII : Résultats des concentrations mensuelles de Fer	00
Tableau VIII : Résultats des concentrations mensuelles de Manganèse	00
Tableau IX : Résultats des concentrations mensuelles de Chlorure	00

Liste des Abréviations

ASR : Anaérobie Sulfito-Réducteurs.

BEA : Bile Esculine Acide.

CF : Coliformes fécaux.

CT : Coliformes totaux

EB : Eau Brute

ET : Eau Traitée

JORA : Journal Officielle de la République

O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé

NTU : Néphélométrique Turbidité Unité

O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé

UFC : unité formant une colonie

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
---------------------------	----------

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités sur l'eau	3
I.1 Propriété de l'eau	3
I.2 Répartition de l'eau sur la terre	3
I.3 cycle de l'eau.	4
II. Source de l'eau potable	5
III. Pollution des eaux	6
IV. Traitement des eaux de surface	7
V. L'eau destinée à la consommation humaine	10
VI. les maladies hydriques (MTH).	18

CHAPITRE II : Matériel et Méthodes

II.1. Présentation du site	20
II.2. Matériel	22
II.3. Méthodes	22
II.4. Analyses physico-chimiques	23
II.5. Analyses bactériologiques	32

CHAITRE III : Résultats et discussion

III. Résultats et discussions	37
III.1. Résultats des paramètres physiques	37
III.2. Résultats des paramètres chimiques. ..	41
III.2.1. Résultats des paramètres de pollution	41

III.2.2.Résultats des paramètres indésirables	45
III.2.3.Résultats des paramètres de minéralisation	47
III.3.Paramètres bactériologiques	53
Conclusion	56
Référence bibliographique	

Introduction

L'eau est indispensable à l'existence, au développement et la vie de l'homme, elle est la principale constituante des êtres vivants et l'élément indispensable à toute forme de vie ; sans cette précieuse source aucun organisme, qu'il soit végétal ou animal, simple ou complexe, petit ou gros ne peut vivre.

Selon **(Nebel & Wright, 1996 ; Ndounla, 2007)**, Environ 97% de l'eau sur terre se trouvent sous forme d'eau salée des mers et des océans, dans les 3% restant, seulement 0,4% sont disponible comme eau douce accessible pour assurer les besoins en eau pour la boisson et les activités ménagères. Les sources de pollution industrielle, agricole, et domestique, ont augmenté graduellement chaque année la mauvaise qualité de cette eau douce.

Les changements climatiques et la variation des sources de pollution d'eau douce contribuent à la réduction du volume d'eau de consommation dans le monde **(OMS, 2009)**, ainsi que la mauvaise gestion de l'or bleu mènent à un déficit en celui ci, ce qui justifie les deux milliard de personne qui n'ont pas d'accès a l'eau potable, autrement dit impropre à la consommation humaine selon l'Organisation des Nations Unies l'ONU. Environ 2,3 milliards de personnes souffrent de maladies liées à la qualité de l'eau telles que les gastroentérites (diarrhées), le choléra, la bilharziose (schistosomiase), la dracunculose (ver de Guinée) (Paul, 2003 ; OMS, 2009). Des épidémies de choléra sont recensées chaque année en Afrique dans les zones rurales et périurbaines où l'accès à l'eau potable **(OMS, 2009)**.

Cette ressource qui répond aux besoins fondamentaux de l'homme est un élément clé du développement en particulier pour générer et entretenir la prospérité par le biais de l'agriculture et de la pêche, de la production d'énergie, de l'industrie des transports et du tourisme, en outre...

L'Algérie à adopter une stratégie afin de rationaliser et augmenter la capacité de mobilisation des eaux superficielles par la construction de nouveaux barrages la ou les sites s'y prêtent d'opérer des transferts pour une meilleurs répartition de la ressource et un traitement adéquat pour que l'eau de barrage ne présente pas un risque pour la santé humaine et qu'elle soit conforme aux normes réglementaires de l'eau destinée à la consommation.

Introduction

Dans ce contexte notre travail s'intéresse particulièrement à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de barrage de Boukourdane avant et après traitement.

Introduction

L'eau est indispensable à l'existence, au développement et la vie de l'homme, elle est la principale constituante des êtres vivants et l'élément indispensable à toute forme de vie ; sans cette précieuse source aucun organisme, qu'il soit végétal ou animal, simple ou complexe, petit ou gros ne peut vivre.

Selon **(Nebel & Wright, 1996 ; Ndounla, 2007)**, Environ 97% de l'eau sur terre se trouvent sous forme d'eau salée des mers et des océans, dans les 3% restant, seulement 0,4% sont disponible comme eau douce accessible pour assurer les besoins en eau pour la boisson et les activités ménagères. Les sources de pollution industrielle, agricole, et domestique, ont augmenté graduellement chaque année la mauvaise qualité de cette eau douce.

Les changements climatiques et la variation des sources de pollution d'eau douce contribuent à la réduction du volume d'eau de consommation dans le monde **(OMS, 2009)**, ainsi que la mauvaise gestion de l'or bleu mènent à un déficit en celui ci, ce qui justifie les deux milliard de personne qui n'ont pas d'accès a l'eau potable, autrement dit impropre à la consommation humaine selon l'Organisation des Nations Unies l'ONU. Environ 2,3 milliards de personnes souffrent de maladies liées à la qualité de l'eau telles que les gastroentérites (diarrhées), le choléra, la bilharziose (schistosomiase), la dracunculose (ver de Guinée) (Paul, 2003 ; OMS, 2009). Des épidémies de choléra sont recensées chaque année en Afrique dans les zones rurales et périurbaines où l'accès à l'eau potable **(OMS, 2009)**.

Cette ressource qui répond aux besoins fondamentaux de l'homme est un élément clé du développement en particulier pour générer et entretenir la prospérité par le biais de l'agriculture et de la pêche, de la production d'énergie, de l'industrie des transports et du tourisme, en outre...

L'Algérie à adopter une stratégie afin de rationaliser et augmenter la capacité de mobilisation des eaux superficielles par la construction de nouveaux barrages la ou les sites s'y prêtent d'opérer des transferts pour une meilleurs répartition de la ressource et un traitement adéquat pour que l'eau de barrage ne présente pas un risque pour la santé humaine et qu'elle soit conforme aux normes réglementaires de l'eau destinée à la consommation.

Dans ce contexte notre travail s'intéresse particulièrement à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de barrage de Boukourdane avant et après traitement.

I. Généralités sur l'eau

I.1 Propriétés de l'eau

L'eau est un liquide incolore, inodore, sans saveur et de pH neutre. C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (**Bernard, 2007**). L'eau s'allie avec certains sels pour former des hydrates et réagit avec des oxydes des métaux pour former des acides. Elle est utilisée comme catalyseur dans de nombreuses réactions chimiques importantes (**Rymond, 1997**). Dans la nature, sous l'action du soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau change d'état. On peut la trouver sous trois formes :

-**État solide** : à basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières.

-**État gazeux** : caractérisé par une absence de forme et de limite physique, il n'y a pas de liaisons entre les molécules, et sont indépendantes les unes des autres.

-**État liquide** : caractérisé par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires (**Marsily, 1995**).

I.2. Répartition de l'eau

L'eau recouvre environ 70% de la surface du globe, mais malheureusement 97% de cette eau est salée et non potable et ne convient pas à l'irrigation. L'eau douce représente 3% de l'eau totale de notre planète. Dans ce faible pourcentage, les rivières et les lacs représentent 0,3%, alors que tout le reste est stocké dans les calottes polaires glaciaires (**Hernández, 2006**) (**Figure 1**).

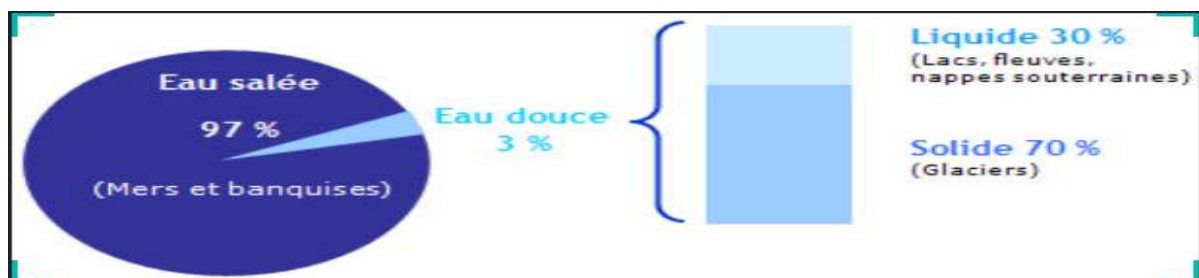


Figure 01 : Répartition de l'eau sur la terre (Source : site internet I, Anonymel)

II.2. Les principales sources d'eau potable

Sur la terre, quatre sources principales d'eau brutes ; les eaux de pluie, les eaux de surface, les eaux souterraines et les eaux de mers. Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau et du milieu environnant (**Raymond ,1997**)

II.2.1. Eaux de surface

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement (**Degremont, 2005**).

II.2.2. Eaux souterraines

L'eau superficielle pénètre dans le sol, une partie est retenue à la surface des grains ou dans les micro-interstices. Cette quantité d'eau retenue est caractéristique d'un sol donné et se définit comme sa capacité de rétention. Une autre partie de cette eau superficielle percole en direction de sous-sol sous l'action de la pesanteur (**Vilaginés, 2010**).

II.2.2.1. Nappes libre

Une nappe libre se définit donc comme une nappe dont le niveau piézométrique s'établit uniquement en fonction de la perméabilité du terrain à travers lequel pénètre l'eau d'infiltration (**Vilaginés, 2010**).

II.2.2.2. Nappes captives

Sont des nappes recouvertes par une couche de terrain imperméable ou peu perméable (**Vilaginés, 2010**).

II.2.3. Les eaux de mer

Les eaux de mer sont des sources d'eau brute qu'on utilise lorsqu'il n'y a pas de moyen de s'approvisionner en eau douce. Les eaux de mer sont caractérisées par leur concentration en sels dissouts (**RAYMOND, 1997**).

II.2.4.Eau de pluie

Les eaux de pluie sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous, elles sont donc douces. La distribution des pluies dans le temps ainsi que les difficultés de captage font que peu de pays utilisent cette source d'eau (**Raymond, 1997**).

III.1. Pollution des eaux

L'activité humaine, qu'elle soit industrielle, urbaine ou agricoles, produit une quantité de substance polluantes de toute nature qui sont à l'origine de différents types de pollution qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodique ou encore accidentelles ou aiguës, à la suite du déversement intempestif des produits toxiques d'origine industrielle ou agricole, ou de lessivage des sols urbains lors de fortes pluies (**Rodier , 2005**).

III.2.Origine de la pollution

III.2.1.Pollution domestiques et urbaines

Les usages quotidiens des eaux à la maison génèrent des eaux usées. Aux eaux domestiques traditionnelles s'ajoutent les eaux de pluie et les eaux collectives de lavage des rues, des marchés, des commerce .., elles peuvent être responsable de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières (**Brénaud, 2006**).

III.2.2.Pollution agricole

Les pollutions d'origine agricole restent les premières responsables de la dégradation de la qualité d'une grande partie des eaux superficielles et souterraines, ces dernières étant particulièrement vulnérables. Les nitrates et les pesticides sont souvent long à être détectable (dizaines d'années) puisqu'ils se manifestent généralement après un temps d'accumulation dans le sol, contrairement aux eaux de surface qui sont rapidement touchées par des pollutions ponctuelles et accidentelles (**Aurélie, 2013**).

III.2.3. Pollution industriel

Les rejets industriels sont caractérisés par leur très grande diversité renferment des produits divers sous forme insoluble d'origine minérale et/ou organique, parfois toxiques même à très faible concentrations (**Brénaud, 2006**).

III.3. Les formes de pollution

On distingue deux grandes formes de pollution :

- Pollution ponctuelle, souvent relativement immédiate, qui provient de sources bien identifiées (rejet domestique ou industriel, effluent d'élevage ...)
- Pollution diffuse, due aux épandages des pesticides et d'engrais sur les terres agricoles, qui concernent l'ensemble d'un bassin versant, mettant plus de temps à atteindre les milieux aquatiques et ne peuvent être traités qu'à la source en diminuant l'usage des substances responsables (**Laviale, 2008**).

IV. Traitement des eaux de surface

L'objectif fondamental du traitement de l'eau est de protéger les consommateurs des micro-organismes pathogènes et des impuretés désagréables ou dangereuses pour la santé. Qu'elles soient d'origine souterraines ou superficielles, les eaux utilisées pour l'alimentation humaine sont rarement consommables telles quelles. Il est souvent nécessaire de leur appliquer un traitement plus ou moins approprié (**Valentin, 2000**).

IV.1 La pré-sédimentation

Les eaux de surface très troubles peuvent nécessiter un passage sur le grillage pour arrêter les impuretés grossières et une pré-sédimentation avant tout traitement. Ces bassins peuvent être précédés d'un distributeur de produit chimique destinés à provoquer une coagulation partielle pendant les périodes où l'eau est très trouble pour pouvoir être clarifiée par simple sédimentation.

IV.1.1 La pré-chloration ou pré désinfection ou encore pré-oxydation

Cette étape permet d'éliminer l'ammoniaque et de réduire la concentration des micro-organismes, détruire la vie animale et les algues, et oxyder l'azote ammoniacal, le fer et le manganèse de façon à faciliter leur élimination

Les quantités résiduelles de chlore combiné et libre inhibe de façon efficace les processus microbiens, tels que la prédation par les protozoaires, la nitrification, ainsi que la croissance des micro-organismes lors de la filtration subséquente. Lorsqu'ils sont utilisés pour désinfecter une eau brute, le chlore et surtout l'ozone, provoquant par leur action oxydante, la conversion partielle du carbone organique total en carbone organique biodégradable qui, s'il n'est pas éliminé par l'activité biologique lors du traitement (par exemple pendant la filtration sur sable ou sur charbon actif), peut favoriser la croissance d'organismes nuisibles lors de la distribution (**Rodier,2009**).

IV.1.2.La coagulation et floculation :

Pour éliminer les particules en suspension, les installations de traitements de l'eau pratiquent généralement la coagulation et la floculation, suivies d'une sédimentation et d'une filtration. Le micro-tamisage arrête les particules fines en suspension.

La coagulation déstabilise les articles en suspension, amorce la formation d'un floc. La coagulation consiste à ajouter des produits chimiques (sulfate d'aluminium, sulfate ferrique etc.). Pour neutraliser les charges présentes sur les particules et faciliter leur agrégation lorsque l'eau est lentement mélangée dans l'étape de floculation. Le floc ainsi formé co-précipite avec les particules de colorants naturels et de substances minérales qui adsorbe et emprisonne, ce qui entraîne une réduction marquée de la turbidité et du nombre de protozoaires, de bactéries et de virus.

La floculation agglutine les particules d'impuretés, augmente le volume des particules de floc. La coagulation et la floculation sont des opérations très délicates. L'addition de produits chimiques, et le pH du milieu doivent être contrôlés ainsi que l'installation doit être conçue de façon à favoriser la formation du floc (**Hernandez,2006**).

IV.3.La décantation ou sédimentation

La sédimentation a pour objet de laisser se déposer le floc décantable et donc de diminuer la concentration des solides en suspension. Cette étape élimine les particules de floc. La sédimentation dépend de nombreux facteurs : dimension, forme et poids du floc, viscosité et par conséquent température de l'eau ; temps de rétention ; nombre, profondeur et surface de bassins ; vitesse de débordement ; vitesse d'écoulement ; conception des orifices d'entrée et de sortie de l'eau (Cardot, 1996).

IV.3.1.La filtration

La filtration arrête les petites particules de floc contenues dans l'effluent du décanteur. En général, les filtres à sable rapides comportent une couche de 0,4 à 1,2 m de sable, dont la granulométrie varie entre 0,5 et 1 mm, supportée par une couche de gravier à la base de laquelle est disposé un réseau de drainage. Les filtres à sable lents comportent une couche de 0,3 à 0,6 mm. La couche supérieure de sable fin repose sur une couche de gravier et un réseau de drains collecteurs. Depuis quelques années, les filtres à couche unique sont remplacés par des filtres à deux couches ou multicouches (AESN,2006).

IV.3.2.La désinfection

La désinfection détruit les microorganismes nuisibles à la santé humaine. Dans un réseau d'adduction d'eau, la désinfection finale est une importance capitale et elle est presque toujours pratiquée, car elle constitue le dernier obstacle à la transmission des maladies bactériennes et virales d'origine hydrique bien que le chlore et les hypochlorites soient les désinfectants les plus utilisés on peut également employer les chloramines le dioxyde de chlore, l'ozone et le rayonnement ultraviolet (Rodier, 2009).

V. L'eau destinée à la consommation humaine

Plusieurs auteurs s'accordent à tirer la définition de l'eau potable que c'est une eau qui ne porte pas atteinte à la santé humaine, et qui est conforme aux normes réglementaires. (Rodier, 2005 , Matural, 2003).

V.1.Potabilité de l'eau

L'eau potable doit obligatoirement respecter les seuils réglementaires de différents paramètres, divisés en différents groupes: les qualités organoleptiques (odeur, couleur, saveur), les éléments microbiologiques (virus, bactéries), les substances indésirables (nitrate, fluor), toxiques (chrome, plomb), les pesticides ainsi que la composition naturelle de l'eau (pH, taux de calcium,...) (**Anonyme3, 1997**).

V.1.1.Paramètres Organoleptiques

La couleur, l'odeur et la saveur font partie des paramètres organoleptiques les plus suivies lors des traitements des eaux destinés à la consommation. La couleur de l'eau est due à la présence des matières organiques et de sels de fer et de manganèse, par contre l'odeur et la saveur sont dues à la présence de matières organiques en décomposition (**Rodier, 1996**). Ces différents caractères doivent être appréciés au moment du prélèvement : certaines odeurs peuvent, par exemple, disparaître pendant le transport, ou l'aspect de l'échantillon se modifier au cours du stockage (apparition d'une coloration, de précipités..... etc.) (**Rodier et al., 2009**).

V.1.1.1.La couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes, c'est-à-dire passant à travers un filtre de porosité égale à 0,45 µm. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (**Rodier et al., 2009**).

V.1.1.2.L'odeur

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. Ces substances sont en général en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire. Le sens olfactif peut seul, parfois, les déceler (Rodier ,2009).

V.1.1.3.Goût

Le goût peut être définie comme l'ensemble des sensations gustatives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche (**Rodier et al., 2009**).

V.1.2.Les paramètres physiques

V.1.2.1.La température

La température de l'eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont entre autres, l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de la température de 10 degrés Celsius (°C). L'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît.

la température joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous et donc sur la Conductibilité électrique et le pH. Elle influence aussi la multiplication des micro-organismes, Ainsi que leur métabolisme. Une température trop élevée favorise la croissance des micro-organismes (**OMS, 2006**).

V.1.2.2.Potentiel d'hydrogène

Le potentiel d'hydrogène représente une mesure de l'activité des ions H^+ contenus dans une eau. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des sols. Il varie entre 7,2 et 7,6. Dans certains cas, il peut varier de 4 à 10 selon la nature acide ou basique des terrains traversés, Néanmoins des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous leur forme ionique la plus toxique alors que des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac (**Villers et al, 2005**).

Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations, avec entrainement des éléments indésirables comme le plomb et le cuivre. (**RODIER J., 2005**). Un pH élevé conduit à des dépôts de tartre dans les circuits de distributions. Au-dessus de pH 8, il y a une diminution progressive de l'efficacité de la décontamination bactérienne par le chlore. Par ailleurs la chloration diminue le pH (**RODIER J., 1996**).

V.1.2.3. Conductivité

La conductivité permet d'avoir une idée sur la minéralisation (teneur globale en sels minéraux ionisés), elle varie en fonction de la température. La conductivité électrique (EC) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en millisiemens par mètre (mS/m) à 20 °C (**POTELON et ZYSMAN, 1998**).

La minéralisation de l'eau peut entraîner selon les cas un goût salé (variable selon la nature des sels présents) ; une accélération de la corrosion ou des dépôts dans les tuyauteries (entartrages).

V.1.2.4. Turbidité

Elle définit l'opalescence d'une eau due beaucoup plus à la présence de particules organiques divers, d'argiles, de colloïdes, de plancton, susceptible de développer des capacités d'adsorption importante (**Bontoux, 1993**). La turbidité traduit la présence de particule en suspension dans l'eau (débris organique, argiles, organisme microscopique, etc). Il est important de connaître la teneur de la turbidité lorsqu'on envisage de traiter l'eau car elle facilite le développement des germes indicateurs de contamination qui réduit l'efficacité (**Miquel, 2003**). •

Il est important de connaître la teneur de la turbidité lorsqu'on envisage de traiter l'eau car elle facilite le développement des germes indicateurs de contamination, réduit l'efficacité des désinfectants et accroît la consommation de chlore tout en diminuant son efficacité. Les mesures de turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes (**Rodier, 2005, Miquel, 2003**).

V.1.3. Les paramètres chimiques

V.1.3.1. Paramètres de minéralisation globale

V.1.3.1.1. Chlorure (Cl)

Les teneurs en chlorures dans les eaux sont extrêmement variables et liées principalement à la nature des terrains traversés. En concentrations excessives dans l'eau, les

chlorures rendent celle-ci corrosive pour les ouvrages de distribution et nocive pour les plantes leur apparition brusque dans l'eau de consommation est un indice de pollution (Potelon et Zysman, 1998).

V.1.3.1.2.Sulfate (SO_4^{2-})

Les eaux naturelles contiennent des sulfates, en proportion très variables, cette teneur varie de 5 à 200 mg/l (Rodier, 1984). Ils résultent de la légère solubilité du sulfate de calcium des roches gypseuses, et l'oxydation des sulfures répandus dans les roches. Les sulfates participent au métabolisme des bactéries Sulfito-réductrices contenus dans l'eau qui transforment les sulfates en sulfures avec dégagement de gaz sulfureux créant des perturbations environnementales (Mizi, 2006).

V.1.3.1.3.Calcium (Ca^{2+})

Le Ca^{2+} est un métal alcalinoterreux. Leur teneur dans l'eau est directement liée à la nature géologique des terrains traversés. Le Ca^{2+} est l'élément principal de la dureté de l'eau (Potelon et Zysman, 1998).

V.1.3.1.4.Magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium est un élément indispensable à la vie, joue un rôle important dans la respiration, lorsqu'il est en excès donne une saveur amère à l'eau (Kemmer, 1984).

V.1.3.1.5.Oxygène dissous (O_2)

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

V.1.3.2.Paramètres indésirables

V.1.3.2.1.Manganèse (Mn^{2+})

C'est un métal qui peut provoquer une coloration. Il est à l'origine de dépôts dans les réseaux. Par ailleurs il affecte les paramètres organoleptiques de l'eau comme d'autres métaux le cuivre, l'aluminium et le zinc. Dans les eaux de surface, le manganèse se trouve en général à l'état oxydé et précipité ; il est donc éliminé par les traitements classiques de clarification (Degremont., 2005).

V.1.3.2.2.Fer

Le fer contenue dans l'eau provient des roches et des sols (Lounnas ,2009), il peut être sous différentes formes, à un pH qui varie entre 4,5 et 9, le fer soluble présent est généralement à l'état ferreux. Les eaux superficielles ne contiennent que très peu de Fer, rarement plus de 1mg/l (Rodier et al., 2009).

V.1.3.2.3.Aluminium (Al²⁺)

L'aluminium se pose essentiellement après traitement de l'eau avec un composé d'aluminium. Même si aucun risque sanitaire n'a pu être prouvé, on évoque le rôle aggravant de cet élément dans la maladie d'Alzheimer. Selon l'OMS, la présence d'aluminium à des concentrations supérieures à 0,2 mg/l provoque souvent des plaintes de la part des consommateurs, en raison de la floculation de l'hydroxyde d'aluminium dans les canalisations et d'une accentuation de la coloration de l'eau par le fer (V).

V.1.3.3.Paramètres indicateurs de pollution**V.1.3.3.1.Matières en suspension**

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont en fonction de la nature du sol, de la saison, de la pluviométrie et du régime d'écoulement des eaux (Rodier et al., 1984).

V.1.3.3.2.Nitrates (NO³⁺)

Les nitrates dans l'eau proviennent généralement des engrais azotés, de la décomposition des matières végétales et animales et des effluents industriels. En effet, dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux (Rodier et al., 2005)

V.1.3.3.3.Nitrites (NO²⁻)

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification étant incomplète, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (Rodier et al., 2005).

V.1.3.3.4. Phosphore

Le phosphore est un élément assez rare mais indispensable à tout être vivant. Il joue un rôle d'engrais. Le phosphore est obtenu dans la nature à partir de la décomposition des cellules mortes qui sont minéralisées par les micro-organismes. Sa présence dans l'eau n'a pas de conséquence sanitaire. Par contre, elle favorise la croissance des algues dès que l'eau exposée à la lumière par des phénomènes de l'eutrophisation. Bien que non toxique, des phosphates présent dans l'eau peuvent occasionner des troubles digestifs à cause de leurs effet tampon (**Samake, 2002**).

V.1.4. Paramètres bactériologiques

Les paramètres microbiologiques d'eau d'alimentation distribuée en réseau conservent en premier lieu la présence éventuelle de micro-organismes pathogènes habituellement d'origines fécale et leur effet sur la sante publique mais aussi l'existence en corollaire de microorganismes pathogènes dans le milieu. L'existence de micro-organismes d'altération de l'eau qui par leur développement massif ou leur activité sur les matériaux des conduites vont produire des nuisances de gout et d'odeur désagréable (**Bourgois et al., 1996**).

Les eaux de consommation ne doivent renfermer aucuns germes pathogènes (**Prescot et al., 2003**). Tout ou moins en quantité susceptible de provoquer une contamination même chez les personnes les plus résistants (**Bontox, 1993**).

V.1.4.1. Les critères de potabilités de l'eau

Il convient d'établir une liste bactériologique c'est-à-dire une liste des bactéries que l'on ne doit pas retrouver dans une eau si celle-ci doit être consommée ou encore la quantité limite tolérée de ces organismes dans l'eau.

Les analyses microbiologiques sont fondées sur la recherche des bactéries considérées comme des indicateurs de contamination fécale : ces bactéries ont été choisies parce qu'elles sont présentes en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud, qui sont des sources fréquentes de contamination assez grave, quelles sont détectables facilement et qu'elles ne se développent pas dans l'eau pure.

L'indicateur de choix est la recherche d'*Escherichia coli*, ou celles des coliformes thermo-tolérants qui reste encore couramment employée. Les eaux potables ne doivent pas en

contenir. C'est un bon indicateur de potabilité. D'autres indicateurs sont ajoutés, comme la recherche des entérocoques, et celle des spores de *Clostridium*. Selon l'OMS, l'indicateur le plus précis pour estimer la pollution fécale est en fait *Escherichia coli*.

La raison du choix de ce groupe de bactéries comme indicateur de contamination de l'eau est due à sa présence dans les excréments des animaux à sang chaud, y compris les humains. Elles sont facilement détectables et quantifiables par des techniques simples et économiquement viables, sur n'importe quel type d'eau, sa concentration dans l'eau contaminée à une relation directe avec le degré de contamination fécale de cette dernière. Elle a la durée de suivi ou survie la plus importante chez les bactéries pathogènes intestinales, car elles sont moins exigeantes sur le plan nutritionnel et sont incapables de se multiplier dans le milieu aquatique ou se multiplient moins que les bactéries entériques et enfin, Elles sont plus résistantes aux désinfectants. Le décret n°2.914/2011 du ministère de la santé (décret de la potabilité) établit la nécessité d'être vérifié dans l'eau potable, pour assurer sa potabilité, l'absence de coliformes totaux et d'*Escherichia coli* (FUNASA, 2013).

V.1.4.2. Germes indicateurs de contamination fécale

1/ Coliformes

Le terme coliforme correspond à des organismes en forme bâtonnets, non sporogènes Gram négatif, oxydase négatif, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de celles biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaire. Ils sont capables de fermenter le lactose et le mannitol avec production d'acide et d'aldéhydes en 48 heures, avec dégagement de gaz (Rodier et al., 2009).

a) Coliformes totaux

Ces coliformes fermentent le lactose et produisent le gaz à 35 -37°C, ils sont largement répandus dans la nature et survivent plus longtemps dans l'eau. Les coliformes totaux résistent mieux à la chloration que les fécaux (Singletow, 1995).

b) Coliformes fécaux ou les thermox tolérants

Les coliformes fécaux qui présentent les mêmes propriétés caractéristiques des coliformes après incubation à une température de 44 °C. Le terme « *E. coli* présumé

correspond à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir de tryptophane à 44°C (**Rodier et al .,2009**).

2/ Streptocoques

Dans l'eau de boisson, les streptocoques fécaux du groupe D ou les entérocoques sont recherchés dans les analyses microbiologiques, Ces germes sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et les animaux à sang chaud (**Potelon et zysman, 1998**). Les streptocoques fécaux sont des cocci à Gram positif de formes sphériques ou ovoïdes, regroupés en chainettes plus en moins long, non sporulés aero- anaérobies facultatif, catalase négative oxydase négative homo-fermentaire (**Bourgois et leven, 1980**). Leur recherche est associée à celle des coliformes fécaux, constitue un bon indicateur de la contamination fécal.

3/ Anaérobies sulfite -réductrices

Ce groupe peuvent être considéré comme des germes fécaux, ce sont des bacilles Gram positif, anaérobies strictes, isolées ou en chainettes, mobiles, catalase positive, ils sont excrétés par l'homme et les animaux, trouvés régulièrement dans les matières fécales et humaine. Ils sont employés comme indicateurs de pollution des eaux (**Bourgois et mesclé, 1996**). En effet leur persistance dans les eaux désinfectées peut être le signe d'un défaut dans le traitement physico-chimique, d'un manque de l'efficacité de certains désinfectants ou une filtration insuffisante (**Potelon et zysman, 1998**).

IV.1.4.3. Germes pathogènes

a / Salmonelles

Elles font partie des entérobactéries. Ce sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobie facultatifs, mobiles, non sporulés, oxydase négative, catalase négative. Elles fermentent le glucose sans production du gaz et possédant une nitrate réductase (**Drouard et Vouillamoz, 1999**). Les salmonelles sont issues des matières fécales, mais l'absence de ces germes ne signifie pas l'absence de contamination. Notons qu'une eau ne doit pas comporter aucun germe dans 1000 ml pour être règlementairement correct (**Stin et Selmi, 1999**).

b/ Vibrions cholériques

Ces bactéries appartiennent à la famille des *Vibrionaceae*, sont Gram négatif, aéro-anaérobies facultatif, de forme incurvé ou droite, mobile par ciliature polaire, non sporulées, dégradent les glucides par voie fermentaire, catalase positive et indole positive (**Gelinas, 1995**). Les vibrions cholériques des eaux sont halotolérants et peuvent se développer en présence de chlorures de sodium. Majoritairement, elles sont d'origines aquatiques ou marines (**Delarass, 2003**).

VI. Maladies à transmission hydrique (MTH)

Les pathologies liées à l'eau peuvent être d'origines bactériennes, virale, parasitaire, liées au manque d'eau, elles sont souvent regroupées sous le nom de maladies hydriques :

Diarrhées ou rarement constipations, crampes abdominales, fièvre et vomissement. Cette similitudes de symptômes ne facilite pas l'établissement d'un diagnostic sur, pour aider le médecin dans cette tâche, on doit lui fournir le maximum d'indices (pays récemment visités, personnes rencontrées, aliments consommés, précautions prises et risques professionnels (**François ,2008**).

Tableau I : Principales maladies transmises par l'eau

Maladies	Agents pathogènes
D'origine bactérienne : Typhoïde et la paratyphoïde	<i>Salmonelle typhique.</i> <i>Salmonelle paratyphique A et B.</i>
dysenterie bacillaire	<i>Shigella sp</i>
Choléra	<i>Vibrio cholérae</i>
Gastro-entérite aigue et la diarrhée	<i>Eschirichia coli</i> <i>Entérotoxique compylobacter</i> <i>Yersinia enterocolitica</i>
D'origine virale : Hépatite A et E	<i>Virus de l'hépatite A et E</i>
Polio	<i>Virus de la poliomyélite</i>
Gastro-entérite aigue et chroniques	<i>Rotavirus</i> <i>Entérovirus</i> <i>Adénnovérus</i>
D'origine parasitaire :	
Dysentérie amibienne	<i>Entamoeba histolytica</i>
Parasite gastro-entérite	<i>Giardia lamblia</i> <i>Gyptosporidium</i>

Source : (FUNASA.,2013)

Notre période d'échantillonnage s'est étalée sur quatre mois (du mois février jusqu'au mois de mai) dans le but d'une évaluation de la qualité physico-chimiques et bactériologiques de l'eau brutes –traitées de barrage de Boukourdane.

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été effectués dans laboratoire de la station de SEAAL quant aux analyses bactériologiques ont été réalisées au niveau de laboratoire d'hygiène de Tipaza.

II.1 Présentation du site

II.1.1. Présentation géographique

Le barrage de Boukourdane est situé dans la partie nord ouest de la grande plaine de la Mitidja dans la wilaya de Tipaza à environ 1,3 km du village de Sidi Amar et à 80 km à l'ouest d'Alger. Il est construit sur le lit de Oued El-Hachem (au confluent des deux principaux oueds : Menacer (Boukadir) et Fadjana qui donne naissance à oued El-Hachem) **(Figure3)**.

Ce barrage est destiné à satisfaire les besoins en eau potable de Tipaza, Cherchell, Nador, Hadjout, Sidi- Amar et Sidi-Ghiles ainsi il est utilisé pour l'irrigation du périmètre de Mitidja ouest et sahel algérois. Il est construit en 1986 par une entreprise (Chine), travaux achevés en 1992 et a été mise en marche en 1996.



Figure 3 : localisation géographique du barrage de boukourdane (**Anonyme, siteIII**).

II.2 Principales caractéristiques

Hauteur : 74,4 m

Longueur : 610 m

Cote retenue normale (R.N) : 119,5 m

Cote plus hautes Eaux (P.H.E) : 123 m

Déversoir : seuil libre 1000 m³/s

Vidange de fond : 150 m³/s

Capacité actuelle : 105 millions m³

Envasement annuel : 0,21 hm³/an Surface du bassin versant : 177 km² (ANBT/ BBK , 2015).

II.3 Géologie

Les formations géologiques du site du barrage sont principalement des roches basiques et les produits de leur altération actuelle, des roches sédimentaires tertiaires et les terrains qui s'y développent et des dépôts quaternaires, alluvions de l'oued et déjections torrentielle (S.T.E.P)

I.4 Faune et flore

La zone d'étude renferme divers formation végétales. Il s'agit de forets clairs, des maquis denses et clairs ainsi que des vergers. Les principales espèces végétales présentes étant le pin d'Alep (*Pinus halevensis*), les chênes verts (*Quercus ilex*) et le chêne liège (*Quercus suber*) La faune s'agit principalement de la carpe royale, la carpe grande bouche, la carpe cuire, le barbeau, le candre et la black basse (ANBT /BBK ,2015).

II. Matériel et méthodes

Notre période d'échantillonnage s'est étalée sur quatre mois (du mois février jusqu'au mois de mai) dans le but d'une évaluation de la qualité physico-chimiques et bactériologiques de l'eau brutes –traitées de barrage de Boukourdane.

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été effectués dans laboratoire de la station de SEAAL quant aux analyses bactériologiques ont été réalisées au niveau de laboratoire d'hygiène de Tipaza.

II.2 Matériel

Pour effectuer les analyses physico-chimiques et bactériologiques, nous avons utilisé un matériel biologique, et non biologique représenté par des solutions, réactifs, milieux de culture, appareillages et verreries (voir annexe).

II.2.1. Matériel de prélèvement

Pour les analyses physico-chimiques : des bouteilles en plastique de 1,5 litre ont été utilisées au cours de cette étude pour le prélèvement des échantillons d'eau à traiter

Pour l'analyse bactériologique : les échantillons ont été recueillis dans des flacons en verre à haut évasé avec un bouchon d'une capacité de 500 ml stérilisés au préalable, contenant une pastille de thiosulfate de sodium.

Les flacons pour la collecte d'eaux chlorées doivent recevoir, avant d'être stérilisé 0,1 ml (02 gouttes) de thiosulfates de sodium à 10%.

II.3. Méthode

II.3.1. Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons et l'une des étapes les plus importantes pour l'évaluation de la qualité de l'eau .Il est donc essentiel que l'échantillon soit effectuer avec prudence afin d'éviter toutes les sources possible de contamination.

Nous avons effectué les prélèvements d'eau brute et traitée à partir des robinets qui se trouvent à l'entrée et la sortie de la station.

II.3.2. Méthode de prélèvement

Procédures de prélèvement :

- Se laver les mains avec l'eau et du savon
- Nettoyer le robinet avec un morceau de coton imbibé d'alcool à 70 % et /ou avec l'hypochlorite de sodium à 100 mg/l.
- Ouvrir le robinet et laisser couler l'eau pendant 1 à 2 minutes.
- Collecter l'échantillon d'eau.
- Remplir environ $\frac{3}{4}$ du volume.
- Fermer le flacon et mentionner les informations nécessaires.
- Remplir la fiche d'identification de l'échantillon d'eau
- Mettre le flacon contenant l'échantillon dans une caisse d'isopor avec de la glace.

II.3.3. Transport et conservation

Le prélèvement subira un certain temps de transport et une éventuelle attente au laboratoire avant la mise en route analytique (de barrage jusqu'au laboratoire d'hygiène). Les échantillons prélevés ont été stockés dans une glacière à une température de 4°C dans l'obscurité afin d'assurer une conservation satisfaisante.

II. 3.4. Analyses physico-chimiques

Tous les paramètres physico-chimiques ont été réalisés selon les protocoles utilisés au niveau du laboratoire de SEAAL.

II.3.4.1. Test de chlore :

Test de chlore

Le test de chlore est obligatoire avant de procéder à tout prélèvement en vue d'analyse bactériologique ou chimique. La vérification du taux de chlore résiduel s'effectue par la méthode colorimétrique (pool tester), simple et rapide à mettre en œuvre, utilisant un testeur de chlore avec réactif (le diéthylparaphénylènediamine ou DPD).

Mode opératoire :

- Rincer le testeur 3 fois avec l'eau à tester.
- Remplir un tube colorimétrique jusqu'au premier trait (5 ml) avec l'échantillon d'eau qui constitue le blanc
- Placer le tube dans l'ouverture supérieure gauche du comparateur.
- Remplir un autre tube jusqu'au premier trait (5 ml) avec l'échantillon d'eau.
- Ajouter le contenu d'un sachet de réactif DPD chlore au second tube.
- Terminer l'essai et lire le résultat après l'addition du réactif.
- Agiter pour mélanger, attendre une minutes.
- Placer l'autre tube dans l'ouverture supérieur droite du comparateur.
- Tenir le comparateur face à une surface uniformément éclairée (ciel, lampe, fenêtre) et garder par les ouvertures de la face antérieur du comparateur.
- Tourner le disque jusqu'à égalité des teintes dans les deux ouvertures.
- Lire la concentration du chlore en mg/l dans la fenêtre de l'échelle.

- **pH :**

Il existe plusieurs dispositifs pour la détermination du pH. Ils sont appelés pH mètre ou colorimètres.

Mode opératoire

- allumer l'appareil et attendre qu'il se stabilise;
- laver les électrodes avec de l'eau distillée et les sécher avec du papier absorbant;
- calibrer l'appareil avec des solutions standard (pH 4 – 7 ou 10);
- laver de nouveau les électrodes avec de l'eau distillée et les sécher;
- introduire les électrodes dans l'échantillon à être examiné et faire la lecture;
- laver de nouveau et les laisser immergés dans l'eau distillée;
- éteindre l'appareil

- **Température**

La température est mesurée au moment de prélèvement de l'échantillon.

Mode opératoire

- mettre un peu d'eau dans un bécher de 250 ml;

- plonger le thermomètre dans l'eau;
- attendre jusqu'à ce que le mercure se stabilise;
- effectuer une lecture.

- **Turbidité**

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

Mode opératoire

- Remplir la cuve sans faire des bulles
- visser le bouchon et sécher la cuve.
- Insérer la cuve dans le puits de mesure.
- Fermer le capot de l'appareil et appuyer sur entrer

- **Conductivité**

Mesure directe du courant passant entre deux électrodes immergées dans l'échantillon. Le courant injecté est un courant alternatif de très basse fréquence afin d'éviter la polarisation des électrodes.

Mode opératoire

- Prendre un échantillon conservé.
- Remplir un bécher avec une quantité d'eau suffisante pour l'immersion de l'électrode du conductimètre.
- Mettre l'électrode dans un bécher puis appuyer sur touche Read, la valeur de la conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil.
- Les résultats s'expriment en microsiemens par centimètre ($\mu\text{s}/\text{cm}$).

Dosage du fer

Principe

Lorsque un échantillon acidifié est aspiré dans une flamme air /acétylène d'un spectromètre d'absorption atomique, un faisceau lumineux d'une longueur d'onde donnée, traverse la solution, une fraction de la lumière incidente est absorbée en fonction de la concentration du composé à déterminer.

Mode opératoire

- Verser 50 ml de l'échantillon à analyser dans un Erlen Meyer de 100 ml.
- Ajouter 1 ml d'acide chlorhydrique à 10 %
- Ajouter 5 ml de peroxodisulfate de potassium
- Placer l'échantillon sur la plaque chauffante à douce ébullition durant environ 40 min, en s'assurant que le volume ne descend pas en dessous de 20 ml
- Laisser refroidir et ajouter 1ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine et mélanger soigneusement
- Ajouter 2 ml de la solution tampon acétate pour obtenir un pH entre 3,5 et 5,5.
- Ajouter 2 ml de la solution phénthroline et conserver pendant 15 min à l'obscurité
- Effectuer la lecture spectrométrique à la longueur d'onde de 510 nm.

Dosage de nitrite :

Principe

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

Mode opératoire

Prélever 40 ml de chacune des solutions obtenues, ajouter dans l'ordre 1ml du réactif coloré. Homogénéiser immédiatement, le pH à ce stade doit être de 1,9. Laisser reposer au moins 20 min, effectuer la mesure spectrométrique à la longueur d'onde 540 nm.

Dosage du nitrate

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'échantillon à analyser dans une capsule de 60 ml (pour des teneurs en nitrates supérieur à 5 mg/l , opérer par une dilution), alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium , ajouter 1ml de salicylate du sodium puis pour suivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage , effectuer une lecture au spectrophotomètre a la longueur d'onde 420 nm .

Dosage du manganèse

Principe

Le manganèse est oxydé en permanganate à l'acide de persulfate d'ammonium en présence de nitrates d'argent. Le permanganate formé est dosé chlorimétriquement à la longueur d'onde de 525 nm

Mode opératoire :

- Verser 10 ml de l'échantillon à analyser dans un bécher.
- Ajouter 5 ml d'acide nitrique a chacune des solutions, puis 5 ml de solution de nitrate de mercure.
- Agiter soigneusement.
- Ajouter 0,5 ml de nitrate d'argent.
- Placer l'échantillon sur la plaque chauffante a ébullition durant environ 5 min
- Retirer de la plaque.
- Ajouter 1 ml d'acide phosphorique concentré à 85 %, Puis 10 ml de persulfate d'ammonium.
- Remplacer de nouveau sur la plaque chauffante a ébullition durant environ 10 min

- Laisser refroidir
- Effectuer les lectures spectrométriques à la longueur d'onde 525 nm.

Le dosage d'aluminium

Principe

Réaction de l'aluminium avec l'eriochrome cyanin a un pH de 5,9 en présence d'acétate d'ammonium : apparition d'une coloration rouge-orange.

Mode opératoire

- Les 10 étalons sont préparés en versant les volumes de la solution finale d' AL^{3+}
- Verser 25 ml de chaque étalon dans une fiole de 50 ml
- Ajouter à chaque fois les réactifs dans l'ordre suivant :
 - 0,5 ml de thiosulfate de sodium 0,028 N et agiter.
 - 1 ml d'acides ascorbique concentration 10g /l.
 - 1 ml d'acide sulfurique 0,04N.
 - 10 ml de la solution tampon pH 6,2.
 - 5 ml de la solution d'eriochrome cyanine.
- Compléter chaque fiole a 50 ml avec de l'eau distillée et homogénéiser
- Laisser reposer 10 minutes et passe par la suite à la mesure par spectrophotomètre.
- Effectuer les lectures spectrométriques à la longueur d'onde de 535 nm.

Dosage du sulfate

Principe

Les ions sulfates, en présence de chlorure de baryum précipitent à l'état de sulfate de baryum.

Mode opératoire

- Prendre 20 ml d'échantillon à analyser et ajouter 5 ml de la solution stabilisante, agiter quelques secondes (agitation mécanique lente).
- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.
- Compléter avec 100 ml d'eau dessillé.
- Laisser pendant 1 min sous l'agitation mécanique rapide.

- Remplir rapidement la cuve avec l'échantillon à analyser, l'insérer dans l'appareil et appuyer sur START.
- La concentration des SO^{2-} est affichée sur l'écran en mg/l.

Dosage de bicarbonate :

Principe

Les carbonates n'existent qu'à un pH de 8.3 et les bicarbonates qu'à un pH compris entre 4,3 et 8,3 au cours d'un dosage acidimétrique doublé d'une mesure de pH.

Mode opératoire

Mesurer le pH de 100 ml d'eau à analyser, ensuite, titrer par l'acide chlorhydrique 0,1N jusqu'au pH égale 4,3.

Expression des résultats

La concentration en bicarbonates est exprimée en milligramme par litre et donnée par la formule suivante :

$$\text{HCO}_3^-(\text{mg/l}) = F \times V \times N \times M \times 1000 / \text{PE}$$

$$\text{HCO}_3^-(\text{mg/l}) = F \times 0,1 \times 61 \times M \times 1000 / 100$$

$$\text{HCO}_3^-(\text{mg/l}) = V \times 61 \text{ (mg/l)}$$

Avec:

V: le volume en ml de la solution de nitrate d'argent utilisée pour le titrage de l'échantillon.

N : Normalité d'acide chlorhydrique.

M : Masse d'acide chlorhydrique.

PE : Pris d'essai.

F : Facteur lié au réactif utilisé.

Dosage de la somme du calcium et magnésium

Principe

Le Titrage par complexométrie du calcium et du magnésium avec une solution aqueuse de sel di sodique d'acide éthyene diamine tétra acétique à un pH10, Lors du titrage, EDTA réagit d'abords avec les ions calcium et magnésium libres, puis au point d'équivalence, avec les ions calcium et magnésium combinés à l'indicateur, ce qui libère l'indicateur et provoque un changement de couleur.

Expressions des résultats

La concentration totale en ions calcium et magnésium, le TH exprimée en °F, est donnée par la formule suivante :

$$TH = V2 \times 2 \times Fc \times F$$

La concentration totale en ions magnésium, exprimée en mg/l le plus proche, est donnée par la formule :

$$(Mg^{+2}) = (C1 \times (V2 - V1) \times A) / V0 \times Fc \times 1000 \times F \quad (\text{mg/l})$$

Avec :

- TH : dureté exprimé en °F ;
- Mg^{+2} : la teneur en magnésium exprimé en mg/l ;
- V2 : est le volume de l'EDTA (en ml), après dosage de l'échantillon pour la détermination du TH ;
- V1 : est le volume de l'EDTA en (en ml), après dosage de l'échantillon pour la détermination du calcium selon le mode opératoire « Dosage du calcium par la méthode titrimétrique à l'EDTA »
- Fc : Facteur de correction de l'EDTA ;
- F : Facteur de dilution ;
- A : est la masse molaire du magnésium (24,31 g/mol) ;
- V0 : est le volume, en millilitres, de la prise d'essai (50 ml)
- C1 : concentration de la solution EDTA (0,01 mol/L).

Oxygène dissous

Principe

Immersion d'une sonde, constituée d'une cellule fermée par une membrane sélective et contenant l'électrolyte et deux électrodes métalliques, dans l'eau à analyser. (La membrane est perméable à l'oxygène)

Mode opératoire

La mesure doit être effectuée comme suit :

- Placer l'électrode dans l'échantillon. La sonde de la température doit être émergée.
- Agiter correctement l'échantillon ou remuer l'électrode dans l'échantillon afin de retirer toute bulle d'air de la membrane.
- Le résultat de mesure s'affiche lorsque la valeur de mesure est stabilisée ; noter la valeur ou l'enregistrer.
- Le résultat est donné en concentration de milligramme d'oxygène par litre d'eau.

Dosage du phosphore :

Principe :

Réaction des ions orthophosphate avec une solution d'acide contenant des ions de molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl-phospholibdate. Réduction du complexe par l'acide ascorbique pour former un nouveau complexe de molybdène (fortement coloré en bleu). L'absorbance de ce complexe détermine la concentration en orthophosphates présents.

Mode opératoire :

- Prélever 40 ml d'échantillon à analyser :
 - Ajouter 1 ml d'acide ascorbique à 100g/l.
 - Ajouter 2 ml d'hytamolybdate d'ammonium.

- Agiter quelque secondes après un temps compris entre 10 à 30 minutes (temps nécessaire au développement de la couleur).

Si aucune couleur n'est apparue, il n'y a pas de phosphore (PO_4^{3-}) ; indique alors comme résultats ; <0.09 mg/l de phosphore.

Si une coloration bleue est apparue, effectuer la mesure au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 880 nm.

Les résultats du dosage sont donnés directement en mg/l.

II. 3.5. Analyses bactériologiques

Ces analyses ont été effectuées dans les unités de microbiologie et de chimie du laboratoire d'eau.

1. Recherche et dénombrement des bactéries coliformes par filtration sur membrane :

Principe :

Cette technique repose sur la filtration de 100 ml de l'échantillon qui traverse une membrane filtrante en posant cette membrane sur un milieu sélectif (gélose lactosé au tergitol sur le milieu T.T.C).

Mode opératoire :

Pour la recherche des bactéries coliformes dans les eaux à analyser par filtration sur membrane, nous avons suivi les étapes suivantes :

- Flamber la face supérieure (plaque poreuse) de l'appareil.
- Fermer le robinet du support et mettre en marche la pompe à vide.
- Prélever une membrane stérile en la saisissant par son bord extérieur avec une pince.
- Avec une pince flambée et refroidi ; déposer la membrane sur une plaque poreuse.
- L'entonnoir-réservoir flambé et refroidis est placé au dessus de la membrane et installer le dispositif de fixation.
- Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser et verser l'eau dans le réservoir jusqu'au repère (50 ou 100 ml selon l'appareil et selon le type d'analyse pratiquée).

- Ouvrir le robinet du support suffisamment et laissés s'écouler lentement sous l'action du vide.
- Lorsque tout l'échantillon est filtré et la membrane paraît sèche, fermer le robinet, enlever le dispositif de fixation.
- Prélever la membrane avec une pince flambée en la saisissant par son extrême bord, et l'induire sur le milieu sélectif (T.TC) en évitant de faire des bulles d'air.

Incubation : - coliforme fécaux : Incubation à 37°C pendant 24 h.

- C. totaux : Incubation à 44°C pendant 24 h.

Lecture

Après la période d'incubation, nous comptons le nombre des colonies caractéristiques à aspect légèrement lisse et bombé et présentant un contour régulier, de couleur jaune ou jaune orangée sont dénombrées.

2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Mode opératoire

Faire une filtration sur la membrane, dans les conditions d'asepsie, une prise d'essai de l'eau traitée (100 ml) après homogénéisation par agitation, placer ensuite la membrane sur une boîte de milieu Slanetz, puis la boîte est incubée pendant 48 heures à 37°C.

Lecture

Compter le nombre de colonies qui présentent les caractéristiques suivantes :

- Un diamètre de 0,5 à 2 mm.
- Une coloration rouge, violette, marron ou rose visible sur la boîte.

Test de confirmation

Afin de confirmer que toutes les colonies sont des streptocoques fécaux, on transfère le filtre sur une boîte de BEA, que l'on incube à 44°C Pendant 2 heures.

Lecture

On dénombre toutes les colonies entourées d'un halo noir résultant de la dégradation de l'esculine par les streptocoques fécaux.

3. Recherche et dénombrement des spores d'anaérobies sulfito-réductrices (ASR) :

- Repartir l'eau à analyser dans quatre tubes différents, à raison de 5 ml par tube qui seront par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présents.
- Après le chauffage, refroidir immédiatement sous l'eau de robinet
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose viande- foie (VF), fondus puis refroidie à 45°C, additionné de leur additifs spécifiques (une ampoule d'Alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium).
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air et de l'oxygène.
- Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à 37°C pendant 24-48heures.

Lecture :

La première lecture doit absolument être faite à 16 heures car très souvent les spores des bactéries des ASR seront envahissantes et le tube devient complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible, La deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et la dernière à 44 heures.

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

Rapporter le nombre total des colonies à 20 ml d'eau à analyser.

4. Recherche des Salmonelles :

La recherche de salmonelles se fait par la méthode qualitative réalisée en trois étapes successives : le pré-enrichissement, l'isolement, et l'identification biochimique.

➤ **Mode opératoire :**

- On prend un flacon contenant un milieu liquide SFB (Sélénite de sodium) de 100ml, après on ajoute 100ml d'eau à analyser ; puis incubé à 37°C pendant 24 heures c'est le pré-enrichissement SFB (Solution mère).
- Après on ensemence une boîte de gélose héктоène à l'aide d'une anse en platine pour l'isolement à partir de la solution mère. On ajoute 10ml de la solution mère dans un tube contenant un bouillon SFB pour faire le premier enrichissement SFB I puis incubation à 37°C pendant 24 heures.
- Ensemencer à partir du tube SFB I sur 2^{ème} boîte de gélose de héктоène, puis incubé à 37°C pour 24 heures.

Considérer la réaction positive s'il y'a apparition d'une couleur des colonies vertes si non on termine jusqu'au 3^{ème} isolement.

➤ **Lecture sur milieu héктоène**

La présence des salmonelles est révélée par des colonies vertes (glucide) avec un centre noir.

Recherche des vibrions cholériques

La recherche des vibrions se fait en 4 étapes :

1^{er} jour

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

2^{ème} jour

Le 2^{ème} enrichissement se fait sur le milieu EPA II en tube à raison de 1 ml par tube et un isolement sur GNAB (Gélose nutritif Alcaline Biliée). L'incubation se fait doc à 37°C pendant 24 heures.

3^{ème} jour

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

4^{ème} jour

Une lecture de boîte de gélose GNAB_{II} est effectuée avec une identification biochimique s'il s'agit de colonies suspectées.

III. Résultats et discussions

Les résultats des paramètres physico-chimiques et bactériologiques obtenus durant la période d'étude sont discutés dans cette partie.

III.1 Résultats des paramètres physiques

III.1.1 Température

L'ensemble des valeurs obtenues de la température de l'eau mesurée durant la période d'étude est représenté dans la **figure 5**. Nous avons constaté sur tous nos échantillons prélevés une augmentation mensuelle des eaux brutes et traitées, les valeurs de la température oscillent entre 13 et 21°C mais reste toujours incluses dans l'intervalle toléré (12 à 25°C) par (**JORA, 2011** et **OMS, 1991**). Ainsi nous avons remarqué que la température de l'eau traitée est plus élevée que l'eau brute.

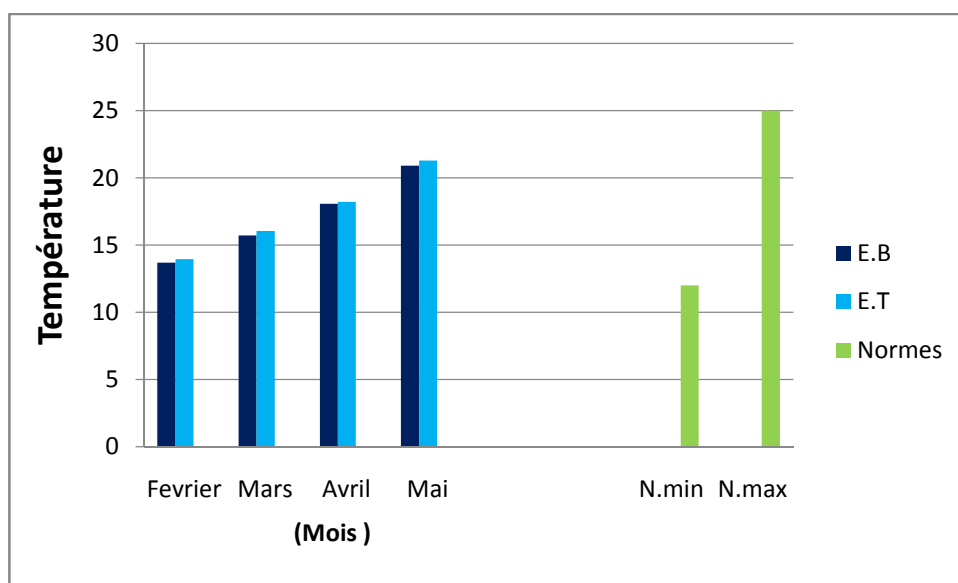


Figure 5 : variation de s moyennes mensuelles de la température (°C) de l'eau brutes (EB) et traitée (ET).

Cette fluctuation peut être due à la variation de la température de l'air. Par ailleurs, la variation observée entre les eaux brutes et traitées peut être engendré par les mouvements de l'eau au niveau de la station de traitement, par les réactions causées par 'injection de différents produit chimiques utilisées au cours de traitement.

Selon **POTELON et ZYSMAN(1998)**, la température des eaux de surface est très variable selon les saisons et peut passer de 22°C en hiver à 30°C en été.

III.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Les résultats de la mesure du pH sont représentés dans la **figure 6**. Au cours de notre étude nous avons constaté que les eaux brutes issues du Barrage sont légèrement alcalines. Les valeurs du pH enregistrées par l'ensemble de nos échantillons varient entre 8,03 et 8,28 qui restent toujours incluses dans l'intervalle des valeurs fixées par (**JORA, 2011**).

D'autre part, Nous avons remarqué que les valeurs obtenues pour l'eau traitée sont inférieures à celles des eaux brutes.

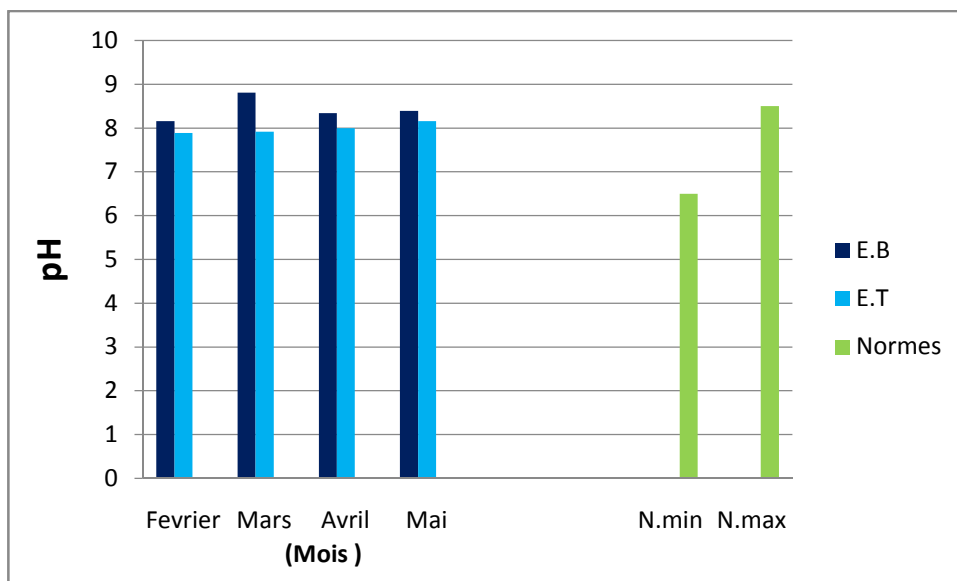


Figure 6: variation des moyennes mensuelles du pH eaux brutes (EB) et traitée.

Selon **Rodier(2009)**, le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. Par ailleurs la différence des valeurs du pH entre les eaux brute et traitée peut être liée **Selon Potelon et Zysman(1998)** au traitement de chloration qui élimine certaine charge par injection de sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3$

III.1 .3. Turbidité

Nous avons signalé une variation brutale entre les moyennes mensuelles de la turbidité des eaux brutes et traitées du barrage de Boukourdane. Les valeurs de la turbidité de l'eau brute varient entre (4,1 et 6NTU), les valeurs les plus faibles ont été remarquées durant le mois de mars. Cependant les valeurs de l'eau traitées restent toujours inférieures au seuil de l'intervalle tolérés <5NTU **figure 7**.

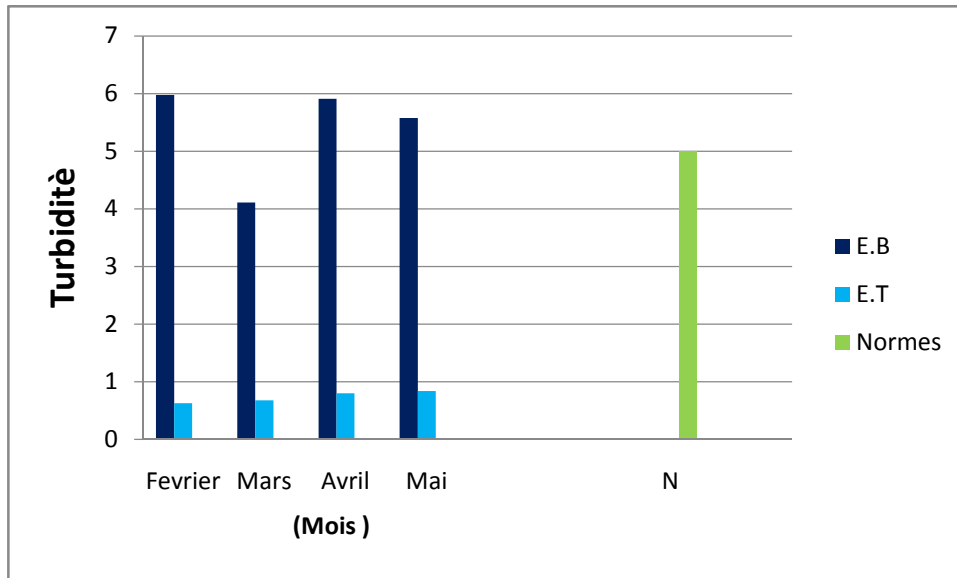


Figure 7: Variation des moyennes mensuelles de la turbidité des eaux brutes (EB) et traitées (ET).

Selon **Rodier**, La turbidité est causée par les particules en suspension dans l'eau (débris organiques ; argile, organisme microscopiques).

Selon **SATIN ET SELMI (1999)**, deux facteurs qui favorisent la turbidité, la pluviométrie car les fortes pluie induisent des vitesses importantes et donc un transport actif de matières fines (sables, graviers), il y'avait pas une pluviosité importante au cours de notre échantillonnage ce qui justifie les résultats des eaux brutes qui tournent dans le même intervalle.

Selon **Watzel (2001)**, le phénomène de brassage favorise le recyclage de la matière. Au printemps ; la température de l'air augmente et l'eau de surface se réchauffe, lorsque la température et la densité de l'eau de surface atteignent celle de la couche inférieure, soit 4°C (densité maximale de l'eau), il ne suffit que un peu de vent que l'eau de lac se mélange, ce phénomène est appelé le brassage printanier.

En effet, la valeur de la turbidité au sein de l'eau traitée peut être due à la charge de l'eau brute, de l'état des décanteurs, l'efficacité du traitement, et des accidents techniques qui sont dues essentiellement aux coupures d'électricité et aux problèmes des pompes, **Selon Tardat (1992)**, la plupart des eaux superficielles ont une turbidité importante et leur consommation directe est impossible, il faut les clarifier soit par filtration, soit par décantation, ce dernier justifie les faibles valeurs de la turbidité des eaux traitées celles qui ne dépassent pas 0,5 NTU.

Durant toute la période d'étude. Cette valeur reste en dessous du seuil toléré (inférieur à 5UNT), par **JORA (2001) et OMS (1991)**.

III.1.4. Conductivité

Nous avons observé une légère fluctuation des valeurs de la conductivité des eaux brutes du barrage de Boukourdane, cette dernière varie entre 707 et 736 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cependant elles restent toujours inférieures au seuil toléré (inférieur à 2800 $\mu\text{m}/\text{cm}$) par **JORA (2011) et l'OMS (1991)**. Quand aux valeurs de la conductivité de l'eau traitée varient entre 713 ET 741 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Nous avons remarqué qu'elles sont légèrement élevées que celles de l'eau brutes (tableau II).

Tableau II : variation des moyennes mensuelles de la conductivité de l'eau (EB) et traitée (ET).

Mois	Février	Mars	Avril	Mai
Eaux Brute	714	736	712	707
Eaux traitée	729	741	718	713

Cette différence est probablement due aux sels dissous **Selon Mes et Derouane (2000)**, la présence de différents sels minéraux dans l'eau traitée (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- ) provenant de l'injection de différents produits durant le traitement par l'hypochlorite de calcium, le polymère et le sulfate d'alumine. Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation. **Selon Rodier (2009)**, il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité.

III.2 Les paramètres chimiques

III.2.1. Paramètres de pollutions

III.2.1.1. Nitrate NO_3^-

Les valeurs obtenues du tableau montrent une différence dans les concentrations de nitrate, dans l'eau brute varient de 0,31 et 0,65 les valeurs les plus élevées ont été signalées au

mois de février et mars. Dans l'eau traitée varient de 0 et 0,36 avec une absence de nitrate au mois février et mars. Ces valeurs demeurent toujours inférieures au seuil fixé par **JORA et OMS (2011)**. (<50mg/l) (**Tableau III**).

Tableau III: Variation des concentrations moyennes mensuelles des nitrate (mg/l) dans les eaux brutes(EB) et les eaux traitées (ET).

	Février	Mars	Avril	Mai
Eaux brutes (mg/l)	0.57	0.65	0.43	0.31
Eaux traitées (mg/l)	0	0	0.16	0.36
Norme JORA (mg/l)	50			
Norme OMS (mg/l)	50			

Les différentes valeurs de nitrates peuvent être influencées par les différents apports des produits chimiques qui sont dus aux activités humaines (rejets industriels, activités agricoles) ainsi aux phénomènes naturels (érosion, lessivage de terrain, la décomposition végétale et animale). Selon **Balducci (1994) et Ratel (1992)** l'augmentation des teneurs des composés azotés traduit une pollution de la ressource liée aux activités humaines et en particulier aux activités de surfaces (Rejets industriels, domestiques, de l'agriculture ou des élevages).

La diminution du taux de nitrates dans les eaux traitées durant le mois de février et mars peut se traduire par l'efficacité du traitement qui utilise des procédés biologiques. la dénitrification à l'intermédiaire des bactéries dénitrifiantes ; cette dernière peut être influencée par différents facteurs tels que la température, le pH et le temps de contact qui peuvent affecter le traitement. Selon **Blecon, Gillet et al (1997)**, l'élimination des nitrates peut être réalisée soit par traitements biologiques : dénitrification hétérotrophe ou autotrophe qui est la réduction des nitrates en azote gazeux par l'intermédiaire de bactéries dénitrifiantes soit par traitements physico-chimiques : échanges d'ions, procédés membranaires. Les paramètres essentiels jouant sur la vitesse de dénitrification sont les suivants : l'oxygène dissous, qui doit être présent en concentration suffisamment faible pour ne pas entraver l'activité des micro-organismes, la dénitrification étant un processus anaérobie, Le pH, qui se situe optimalement entre 7 et 8,5, La température, qui se situe optimalement entre 15°C et 20°C, Le rapport carbone/nitrate (le taux de dénitrification augmente avec la concentration en carbone jusqu'à une valeur maximale à partir de laquelle l'augmentation des concentrations en carbone n'affecte plus la dénitrification), Le phosphate, qui est nécessaire à la croissance bactérienne (environ 0,5 mg/l de PO₄).

III.2.1.2. Nitrite NO_2^-

Selon le tableau on constate que les concentrations de nitrites dans les eaux brutes comprise entre 0,05 mg/l et 0,07mg/l (faibles concentrations) par ailleurs elle reste constante dans l'eau traitée à une valeur de 0,02 mg/l. Les valeurs enregistrées demeurent inférieures au seuil toléré par **JORA (2011) et l'OMS (<0,1) (Tableau IV)**.

Tableau IV : Variations mensuelles de Nitrite dans les eaux brutes et traitées.

	Février	Mars	Avril	Mai
Eaux brutes	0,05 mg/l	0,05 mg/l	0,07 mg/l	0,06mg/l
Eaux traitées	<0,02 mg/l	<0,02 mg/l	<0,02 mg/l	< 0,02 mg/l
Norme JORA	0,1 mg/l			
Norme OMS	< 0,1 mg/l			

Les rejets septiques, les engrais, les activités humaines ainsi que l'oxydation de l'azote ammoniacal et l'élimination de nitrate peuvent être l'origine de nitrite, ce dernier peut être influencé par les conditions du milieu ambiant. Selon **Sarkar et al (2007)**, l'origine de nitrite des eaux brutes peut être due à l'oxydation partielle de l'azote ammoniacal et sa transformation en nitrite sous l'action des bactéries nitrifiantes, La réduction des nitrites d'origine agricole en nitrites sous l'influence des bactéries dénitrifiantes.

D'autre part, on a signalé une réduction du taux de nitrites à une valeur constante pour les eaux traitées, cette réduction peut être engendrée aux procédés de traitement, cette stabilité peut être due aux conditions défavorables ou l'épuisement de l'azote ammoniacal. Selon **Van Burg et al (1982)**, Les bactéries nitrifiantes présentent des exigences écologiques très strictes ainsi que l'activité de bactéries nitrifiantes est proportionnelle à la concentration en azote ammoniacal, et inversement proportionnelle à celle de nitrite (rétrocontrôle).

III.2.1.3. Ammonium NH_4^+

Les valeurs de la concentration d'ammonium de l'eau brute se balancent entre 0 et 0,7 mg/l, on assiste à ce qu'il n'y a pas de grand écart entre les valeurs durant la période d'étude, on aperçoit aussi la diminution de l'ammonium dans les eaux traitées (<0.02). Ces valeurs demeurent toujours dans l'intervalle fixé par **JORA et l'OMS (2011) (Tableau V)**.

	Février	Mars	Avril	Mai
Eaux brutes (mg/l)	0	0.06	0.07	0.07
Eaux traitées (mg/l)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Norme JORA (mg/l)	0.5			
Norme OMS (mg/l)	<0.5			

Selon **Tardat et Beaudry (1992)**, les teneurs en azote ammoniacal dans les eaux naturelles devraient être relativement faibles puisque l'ammoniac est oxydé graduellement en nitrite et nitrate. L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir comme origine la dégradation incomplète de la matière organique animale ou végétale.

Nous observons aussi la diminution d'ammonium dans les eaux traitées, cette diminution peut être engendrée par l'oxydation de ce dernier par le chlore utilisé durant l'étape de pré-chloration et de désinfection. Selon **Potelon et Zysman (1998)**, la présence d'ammonium

	Février	Mars	Avril	Mai
--	---------	------	-------	-----

dans l'eau brute diminue l'efficacité du traitement de désinfection car elle réagit avec le chlore disponible et produit des composés organochlorés indésirable pour la santé.

III.2.1.4. Ortho phosphate PO_4^{3-}

Les résultats des concentrations mensuelles de phosphore regroupé dans le (**Tableau VI**)

Tableau VI: Variations mensuelles d'ortho phosphate.

Eaux brutes mg/l	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Eaux traitées mg/l	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Norme mg/l	0,5			

Le tableau VI présente les mêmes teneurs en phosphate, dans les eaux brutes et les eaux traitées (<0.09) on observe une homogénéité entre les résultats obtenue ces valeurs sont toujours inférieures aux normes de **JORA**.

Selon **Rodier et al (1996)**, les teneurs faibles en phosphates peuvent empêcher le développement des algues dans les ouvrages de stockage d'eau (château) comme dans les conduits du réseau, par contre selon **Vilain(1989)**, les teneurs élevées de cet élément dans les eaux de surface peuvent entraîner leur eutrophisation.

III.2.2 Paramètres indésirables :

III.2.2.1. Aluminium Al^{3+}

Les eaux brutes sont exemptes d'aluminium contrairement aux eaux traitées dont les valeurs varient entre (0,024 et 0,178mg/l), on a une atténuation des moyennes mensuelles mais elles restent toujours inférieures au seuil toléré par **JORA (2011) (Figure8)**.

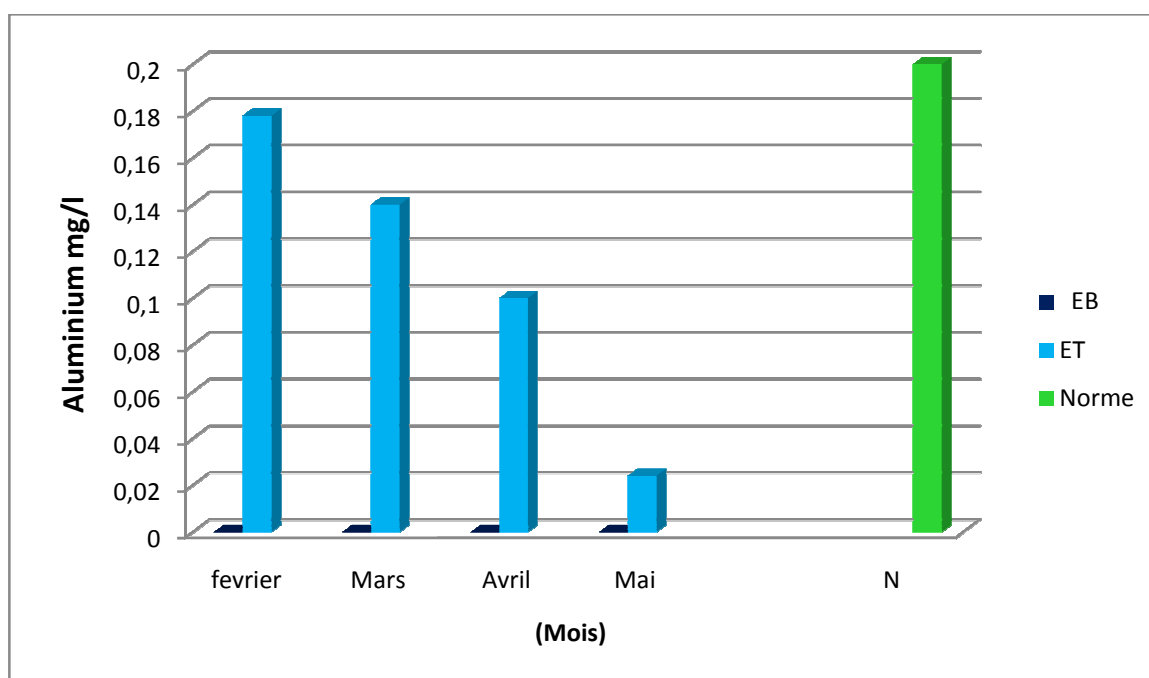


Figure8 : Variations des moyennes mensuelles de l'Aluminium (mg/l) dans les eaux brutes (EB) et les eaux traitées (ET).

L'apparition de chlore dans les eaux traitées peut être due à l'injection du sulfate d'aluminium durant le traitement au niveau de la cascade d'aération. Les variations des concentrations d'aluminium peuvent être liées aux conditions du milieu (pH, température). Selon **Miller et Kopfler (1984)**, lors des processus de purification ou de traitement de l'eau, des sels d'aluminium (généralement l'alun, ou sulfate d'aluminium) sont fréquemment utilisés comme coagulants afin d'éliminer la couleur et la turbidité. Cela a pour résultat de réduire tant les microorganismes pathogènes que les particules qui protègent les agents pathogènes de la désinfection chimique.

Selon **Driscoll et Letterman (1995)**, Les concentrations d'aluminium résiduel dans l'eau potable sont en fonction du dosage de coagulant à base d'aluminium, du pH de l'eau, de la température, des niveaux de COD et de l'efficacité de la filtration.

III.2.2.2.Fer

Nous établissons d'après le tableau que les teneurs en fer dans l'eau brute altèrent entre 0,11 et 0,18 mg/l sont toujours adéquat aux normes de **JORA (2011) et OMS (1991)**. Cependant les valeurs de l'eau traitées restent toujours <0,02 (Tableau VII).

Tableau VII : Variation de concentration moyenne mensuelle de fer (mg/l) dans les eaux brutes (EB) et les eaux traitées (ET).

	Février	Mars	Avril	Mai
Eaux brutes	0,18	0,11	0,16	0,12
Eau x traitées	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Norme JORA	0,3mg/l			
Norme OMS	0,2mg/l			

Dans les eaux de surface, le fer se trouve généralement sous forme précipitée souvent associé aux **MES**. L'atténuation des valeurs de fer des eaux traitées peut être due aux procédés de traitement qui consiste à l'oxydation de ce dernier par l'oxygène et le chlore au niveau de la cascade d'aération. Selon **Clark et Viessman (1977)**, les stations de purification de l'eau de surface équipées pour extraire les matières qui sont à l'origine de la turbidité de l'eau vont généralement réduire la concentration de fer jusqu'à un niveau acceptable.

III.2.2.3.Manganèse Mn²⁺

D'après le tableau VIII, Il s'avère que la concentration de manganèse dans les eaux brutes et traitées est négligeable. Elles sont à l'état des traces (<0.05 mg/l). Ces résultats sont conformes aux normes de **JORA et l'OMS**.

Tableau VIII : Résultats des concentrations mensuelles de Manganèse

	Février	Mars	Avril	Mai
Eaux brutes (EB) mg/l	0	0	0	0
Eaux traitées (ET) mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Norme JORA	0,5mg/l			
Norme OMS	<0,05mg/l			

Selon **Degremont (2005)**, dans les eaux de surface le manganèse se trouve en générale à l'état oxydé et précipité ; il est donc éliminé par traitement classiques de clarification.

III.2.3 Paramètres minéralisation globale

III.2.3.1.Chlorure

Les variations des concentrations des chlorures mensuelles sont illustrées dans la figure 9.

Les valeurs de chlorure sont comprise entre 67 mg/l et 86,5 mg/l dans les eaux brutes et entre 68,06mg/l et 110.2 mg/l pour les eaux traitées et ils se varient légèrement .Ces derniers sont inférieures à la norme fixée par (**JORA ,2001et OMS, 1991**).

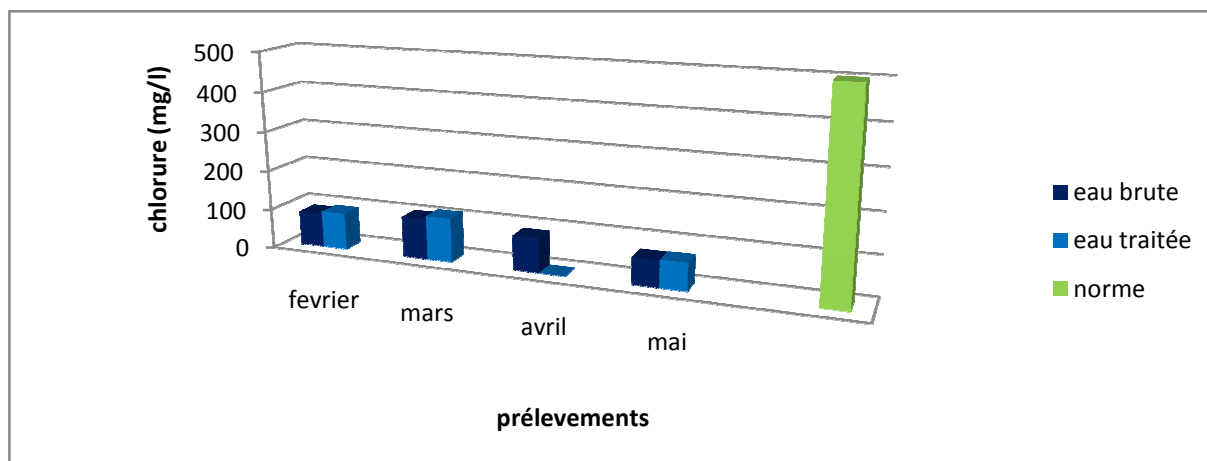


Figure 9 : Variation mensuelles de concentration de chlorure dans les eaux brutes (EB) et les eaux traitées (ET).

Selon **Demba n'dlaye et al(2013)**. Les chlorures sont des anions inorganiques contenus en concentration dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCL). Ces derniers sont utilisés comme un indice de pollution et ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux. Selon **Potelon et Zysman (1998)**, les teneurs en Chlorure sont faibles dans les eaux de surface et sont liés à la nature géologique des terrains traversés.

III.2.3.2. Calcium

La concentration du calcium d'eau brute et traitée est variée. L'eau brute varie entre 60 et 72 mg/l alors que l'eau traitée entre 60 et 80mg/l. On signale que les valeurs de l'eau traitées et supérieures à celles des eaux brutes et demeurent inférieures au seuil toléré (200 mg/l) par le **JORA (2011)** (Figure 10).

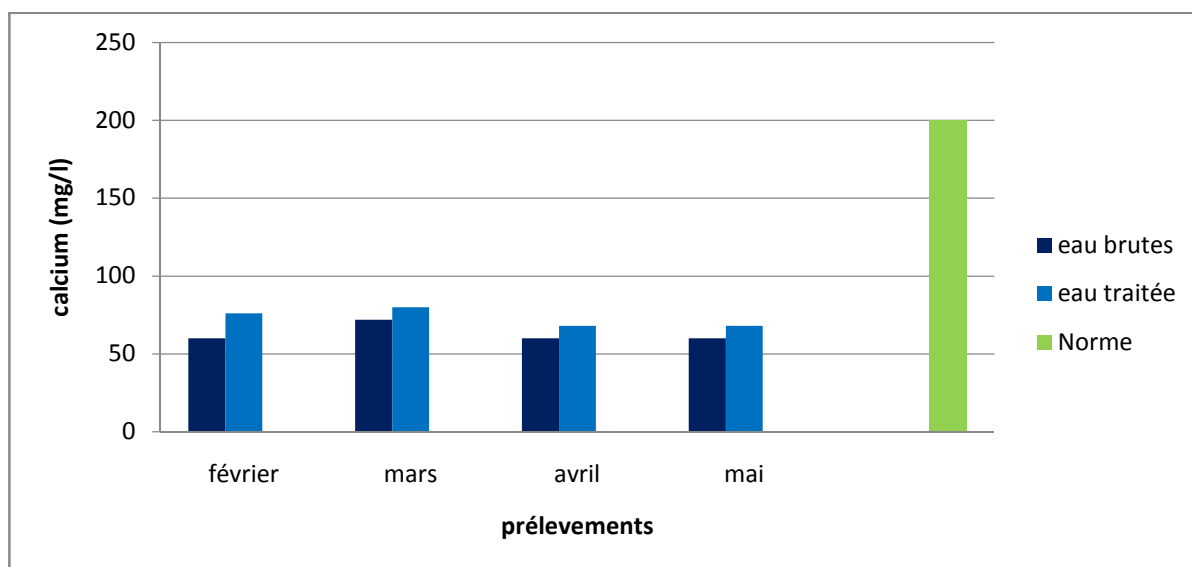


Figure10 : Variations des moyennes mensuelles de calcium dans les eaux brute (EB) et les eaux traitées (ET).

la concentration de calcium dans l'eau brute et traitée variée légèrement, cette variation est due à l'injection d'hypochlorite de calcium ($\text{Ca}(\text{clo})^2$) durant l'étape de pré-chloration.

III.2.3.3. Magnésium

Les teneurs moyennes mensuelles en magnésium varient légèrement, elles oscillent entre 28 mg/l et 40,8 mg/l dans l'eau brute, et entre 26 mg/l et 48 mg/l dans l'eau traitée. Ces derniers demeurent inférieurs au seuil toléré par **JORA (2011)** (inférieure à 150mg/l) (**Figure 11**).

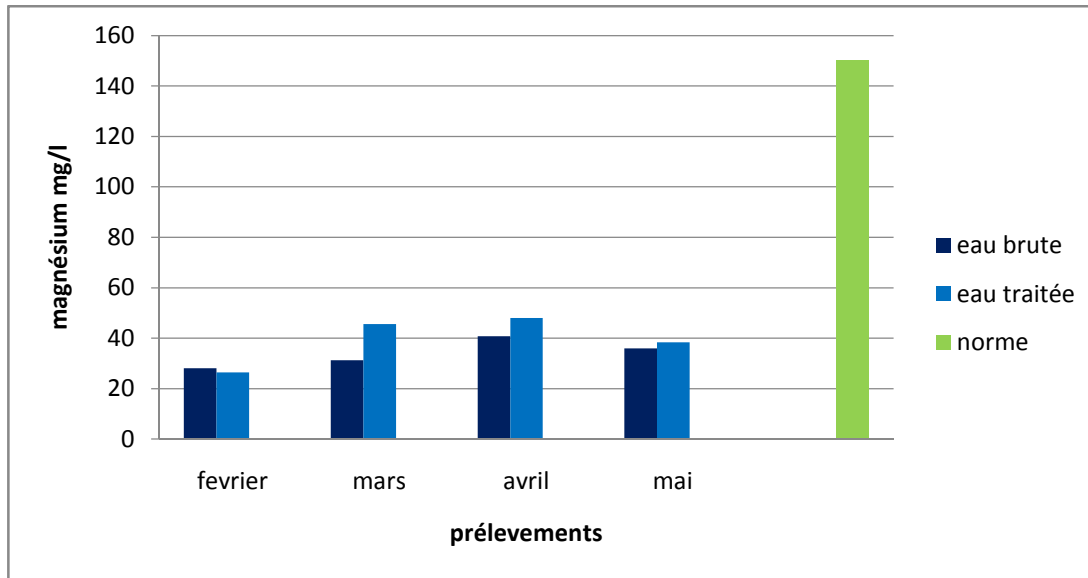


Figure 11 : Variation des concentrations moyennes mensuelles du magnésium (mg/l) des eaux brutes et traitées.

D'après **Kemmerf (1984)**, l'origine du magnésium sont naturelles (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle, la dureté de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale.

III.2.3.4. Oxygène dissous

On constate que la concentration de l'oxygène dissous est comprise entre 5,78mg d'O₂/l et 6,91mg d'O₂/l dans les eaux brutes, cependant les valeurs d'eaux traitées varient entre 7,57 et 8 mg d'O₂/l, mais restent inférieurs aux normes recommandées par (JORA 2011) et l'OMS (**Figure12**).

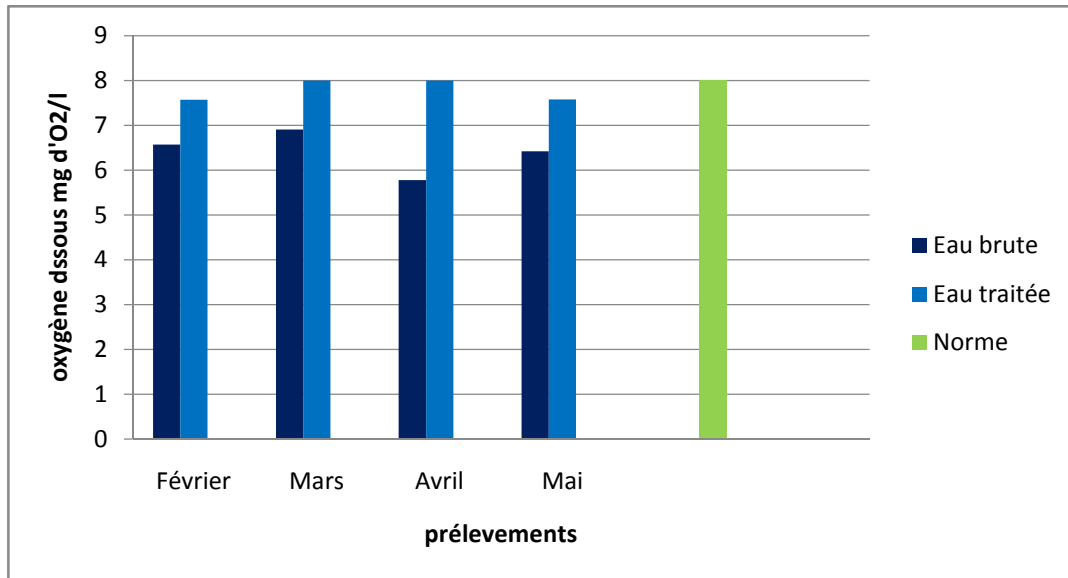


Figure12: Variations mensuelles d'oxygène dissous dans les eaux brutes (EB) et les eaux traitées (ET).

Selon **Leveque (1999)**, l'oxygène dissout dans les eaux provient de la dissolution directe de l'oxygène atmosphérique ou encore la production par les végétaux aquatiques.

Les faibles teneurs en O₂ dissous des eaux brutes et traitées en mois avril et mai peut être justifiées selon **Satin et Selmi (1999)**, la température élevée en saison estivale accélère les réactions biologiques entraînant une surconsommation de l'O₂ dissous lors de la décomposition de la matière organique ou sa biosynthèse.

Les concentrations d'O₂ dissous dans l'eau traitée est supérieure à celle de l'eau brute cela peut être due à l'aération qui se passe dans la cascade (oxygénation et élimination des gaz dissouts).

III.2.3.5.Sulfate SO₄⁻²

On constate que les concentrations oscillent entre 143,5 mg/l et 152,3 mg/l dans les eaux brutes et entre 161mg/l et 172.10mg/l dans les eaux traitées. Les valeurs obtenues sont inférieurs au seuil toléré par **JORA(2011) et OMS (2004)**.

Par ailleurs, on remarque que les valeurs des eaux traitées sont supérieurs a celles des eaux brutes (**Figure13**).

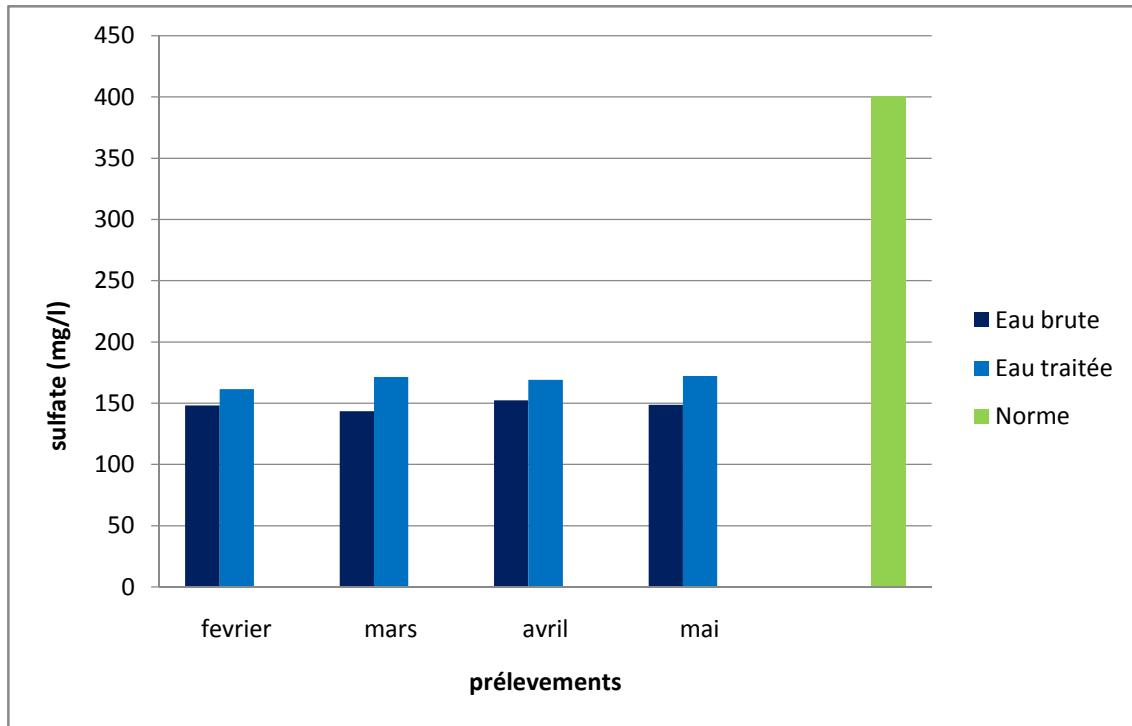


Figure 13: Variation des concentrations moyennes mensuelles de sulfate (mg/l) dans les eaux brute (EB) et les eaux traitées (ET).

Selon **Kemmer (1984)**, le sulfate qui se dissouts dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du Gypse, ou apparait à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux.

L'injection de coagulant (persulfate d'alumine) au niveau de la cascade d'aération justifiees les valeurs élevées des eaux traites par apport des eaux brutes.

III.3.Résultats des paramètres bactériologiques

L'analyse bactériologique présente un intérêt considérable pour contrôler l'efficacité des différentes étapes de traitement des eaux destinées à la consommation.

III.3.1.Eaux brutes

L'ensemble des résultats de dénombrement des germes (Coliforme Fécaux et Totaux, et les streptocoques et les anaérobies sulfito-réductrices, (Salmonelles, Vibrions) des eaux brutes est illustré dans la **figure 13**.

Nous avons signalé une absence totale de germes pathogènes Salmonelles et Vibrions pour les 04 échantillons d'eau étudiées. Par ailleurs nous avons noté durant la période d'étude la présence de germes témoins de contamination fécale ainsi que les ASR avec différentes charges.

Nous avons remarqué que le nombre de coliformes totaux dans les eaux brutes varie entre 10 et 24 CFU/100ml, ces valeurs ne répondent pas à la norme de potabilité établie par **(OMS, 1991 et JORA, 2001)** (UFC /100ml) cependant ces valeurs sont conformes aux normes de la production de l'eau potable (<5000 UFC /100ml).

Le nombre de coliformes fécaux est compris entre 3 et 33 CFU/100ml, ces valeurs dépassent largement la norme de potabilité (0germes/100ml) par **JORA ,2001 et OMS 1992** mais sont conformes aux normes de la production d'eau potable (<2000 UFC/100ml).

Le taux de streptocoques fécaux dans l'eau brutes varie entre 4 et 9 UFC /100ml), ces valeurs ne sont pas conformes à la norme de potabilité (0 UFC/100ml) par **JORA 2001 et OMS ,1992** mais conformes aux normes de la production de l'eau potable (<1000UFC/100ml).

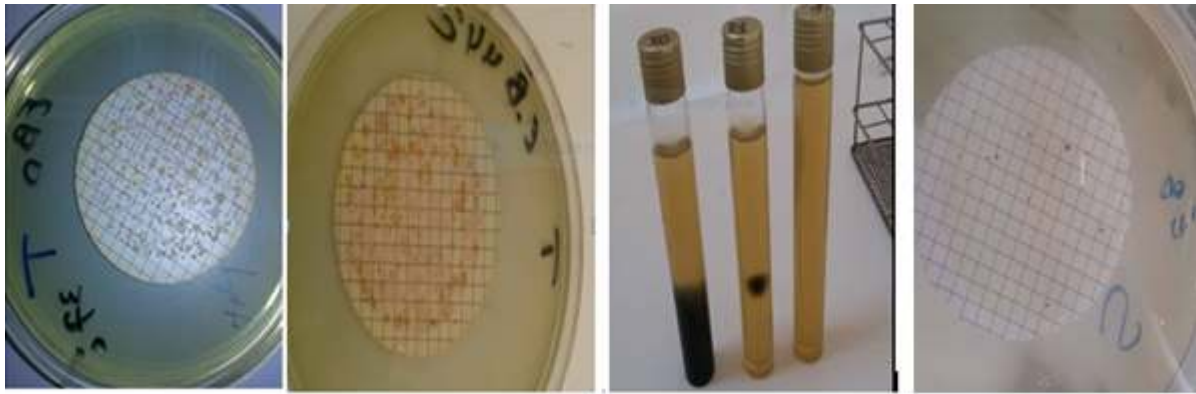


Figure 13 : Photos de colonie des coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques et les spores anaérobies sulfito-réductrices.

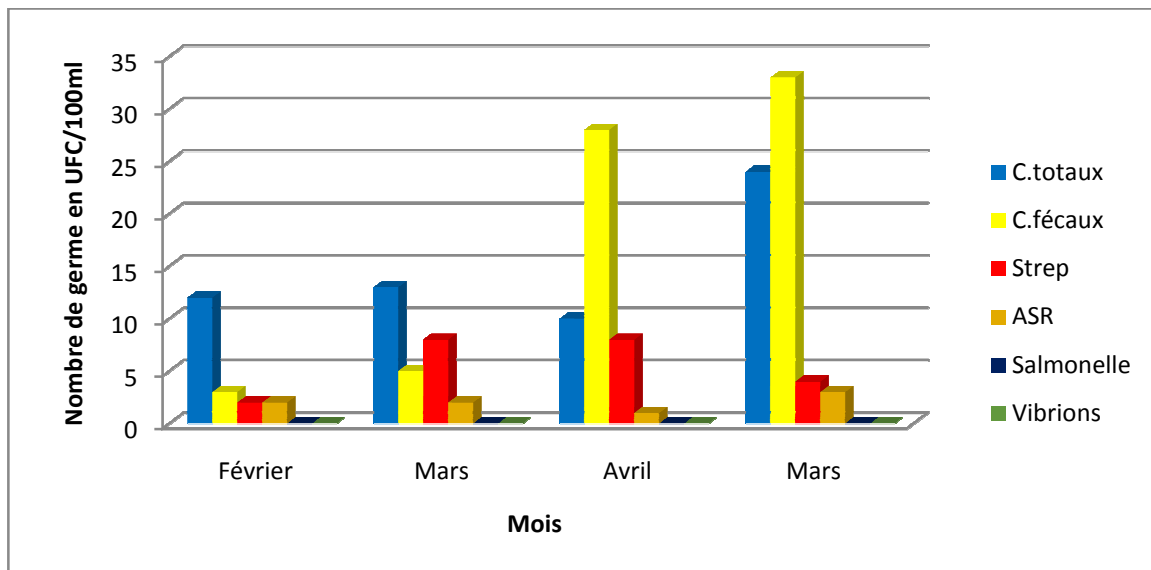


Figure 14: Taux de germes (CF, CT, Stp, ASR, Salmonelle, Vibrion) dans les eaux brutes.

La présence de ces germes indique généralement la présence d'une pollution d'origine fécale. Selon Dupont (1986), la présence constante de germes fécale et les ASR dans les eaux brutes devraient être considérés comme des germes habituels de cette eau, ce constat est expliqué par RODIER et al (2005), par la vulnérabilité des eaux de surface et de son contacte directe avec le milieu extérieur.

III.3.2.Eaux traitées

Résultats des analyses bactériologiques de l'eau après son traitement illustré dans le **Tableau X**.

On a remarqué une absence totale des coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux ainsi que les bactéries pathogènes (Salmonelle, Vibrion) dans l'eau après son stade

	Février	Mars	Avril	Mai
C .totaux (CFU/100ml)	0	0	0	0
C.fécaux (CFU/100ml)	0	0	0	0
Srep (CFU/100ml)	0	0	0	0
ASR (spores/20ml)	0	0	0	1
Salmonelle	0	0	0	0
Vibrion	0	0	0	0

désinfection.

ceci pourrait être interprété selon **Potelon et zysman (1998)**, par l'efficacité du traitement de chloration et le temps de contact satisfaisant pour la destruction des germes présents dans l'eau.

Nous avons signalé la présence d'une colonie des ASR selon **Potelon et Zysman (1998)**, l'existence des spores des ASR dans l'eau désinfectée peut être le signe de défaut dans le traitement physico-chimique, d'un manque de l'efficacité de certains désinfectants ou d'une filtration insuffisante ou d'une contamination lors de la manipulation.

Conclusion

Notre étude a pour but d'évaluer la qualité physico-chimiques et bactériologiques de l'eau brute du barrage de boukourdane, et celles de l'eau traitée au niveau de la station de traitement de Sidi Amar destinée à la consommation humaine principalement de la Wilaya de Tipaza.

Pendant notre période d'étude qui s'est étalé du mois de février au moi de d'avril, Nous avons recouru à différents méthodes pour analyser plusieurs paramètres tels que les paramètres physiques (température pH conductivité turbidité), les paramètres de pollution (NO_3^+ , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^-), les paramètres indiscernables (Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+}), les paramètres de minéralisation globale (Cl^- , SO_4^{-2} , O_2 , Ca^{2+} , Mg^{2+}) ce au niveau du laboratoire de la station de traitement de Sidi Amar , quant aux analyses bactériologiques on été effectuer au niveau du laboratoire d'hygiène de Tipaza et Blida .

Les résultats physico-chimiques obtenues de l'eau brute du barrage de boukourdane nous déduisons que cette eau est légèrement alcalines plus en moins troubles avec une conductivité se qui signifie la présence des éléments minérales et les faibles concentrations des éléments indésirables et de pollution.

De point de vue bactériologique, l'eau brute du barrage de boukourdane est inapte à la consommation humaine ceci due au présence de coliformes totaux et fécaux streptocoques .cependant cette eau convient à la production de l'eau potable.

Quant aux eaux traitées au niveau de la station de Sidi Amar les paramètres physico-chimiques sont dans l'ensemble conformes aux normes de potabilité algériennes.

On note une diminution de la turbidité de l'eau traitée par rapport à l'eau brute du à l'efficacité du traitement pendant l'étape de la décantation

On note aussi une augmentation de la concentration de certains ions après le traitement suite à l'injection de différents produits durant le traitement. C'est le cas d'aluminium de sulfate de chlorures de calcium.

Pour les résultats bactériologiques. Nous avons constatées une absence de tous les germes indicateurs de pollution (Coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques, anaérobies sulfito-réductrice) ainsi que les germes pathogènes (Salmonelles et vibron cholériques).

Conclusion

Il en résulte que l'eau traitée est d'une bonne qualité bactériologique démontrant ainsi l'efficacité de différentes étapes de potabilisation appliquées au sein de cette station.

Conclusion

Notre étude a pour but d'évaluer la qualité physico-chimiques et bactériologiques de l'eau brute du barrage de boukourdane, et celles de l'eau traitée au niveau de la station de traitement de Sidi Amar destinée à la consommation humaine principalement de la Wilaya de Tipaza.

Pendant notre période d'étude qui s'est étalé du mois de février au moi de d'avril, Nous avons recouru à différents méthodes pour analyser plusieurs paramètres tels que les paramètres physiques (température pH conductivité turbidité), les paramètres de pollution (NO_3^+ , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^-), les paramètres indiscernables (Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+}), les paramètres de minéralisation globale (Cl^- , SO_4^{2-} , O_2 , Ca^{2+} , Mg^{2+}) ce au niveau du laboratoire de la station de traitement de Sidi Amar , quant aux analyses bactériologiques on été effectuer au niveau du laboratoire d'hygiène de Tipaza et Blida .

Les résultats physico-chimiques obtenues de l'eau brute du barrage de boukourdane nous déduisons que cette eau est légèrement alcalines plus en moins troubles avec une conductivité moyenne de $728,8\mu\text{m}/\text{cm}$,ce qui signifie la présence des éléments minérales et les faibles concentrations des éléments indésirables et de pollution.

De point de vue bactériologique, l'eau brute du barrage de boukourdane est inapte à la consommation humaine ceci due au présence de coliformes totaux et fécaux streptocoques .cependant cette eau convient à la production de l'eau potable.

Quant aux eaux traitées au niveau de la station de Sidi Amar les paramètres physico-chimiques sont dans l'ensemble conformes aux normes de potabilité algériennes.

On note une diminution de la turbidité de l'eau traitée par rapport à l'eau brute du à l'efficacité du traitement pendant l'étape de la décantation

On note aussi une augmentation de la concentration de certains ions après le traitement suite à l'injection de différents produits durant le traitement. C'est le cas d'aluminium de sulfate de chlorures de calcium.

Pour les résultats bactériologiques. Nous avons constatées une absence de tous les germes indicateurs de pollution (Coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques, anaérobies sulfito-réductrice) ainsi que les germes pathogènes (Salmonelles et vibriion cholériques).

Conclusion

Il en résulte que l'eau traitée est d'une bonne qualité bactériologique démontrant ainsi l'efficacité de différentes étapes de potabilisation appliquées au sein de cette station.

Liste des figures

Figure 1 : Répartition de l'eau sur la terre	3
Figure 2 : le cycle de l'eau	4
Figure 3 : localisation géographique du barrage de Boukourdane	20
Figure 4 : Calorimètre pour la mesure de chlore	24
Figure 5 : Variation des moyennes mensuelles de la température(C°) de l'eau brute (EB) et traitée(ET)	37
Figure 6 : Variation des moyennes mensuelles du pH de l'eau brute (EB) et traitée(ET). ..	38
Figure 7 : Variation des moyennes mensuelles de la turbidité des eaux brutes (EB) et traitées(ET).	39
Figure 8 : Variation des moyennes mensuelles de l'Aluminium (mg/l) dans les eaux brutes (EB) et traitées (ET)	45
Figure 9 : variation des concentrations moyennes mensuelles de chlorure (mg/l) des eaux brutes (EB) et traitées (ET)	49
Figure 10 : variation des concentrations moyennes mensuelles du calcium (mg/l) des eaux brutes (EB) et les eaux traitées (ET)	49
Figure 11 : variation des concentrations moyennes mensuelles du magnésium (mg/l) des eaux brutes (EB) et les eaux traitées (ET)	50
Figure 12 : variation des moyennes mensuelles d'Oxygène dissous (mg/l) dans les eaux brutes (EB) et les eaux traitées (ET)	51
Figure 13 : variation des moyennes mensuelles du Sulfate (mg/l) des eaux brutes (EB) et les eaux traitées (ET)	52
Figure 14 : photos de colonies	54
Figure 15 : Taux de germes (CF, CT, Strep e, ASR et Salmonelle) dans les eaux brutes ...	54

Liste des tableaux

Tableau I : Principales maladies transmises par l'eau	19
Tableau II : Résultats des moyennes mensuelles de Conductivité	40
Tableau III : Résultats des concentrations mensuelles de Nitrate	41
Tableau IV : Résultats des concentrations mensuelles de Nitrite	42
Tableau V : Résultats des concentrations mensuelles d'Ammonium	43
Tableau VI : Résultats des concentrations mensuelles d'Ortho-phosphate	44
Tableau VII : Résultats des concentrations mensuelles de Fer	46
Tableau VIII : Résultats des concentrations mensuelles de Manganèse	47
Tableau IX : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée	55

II. Matériel et méthodes

Notre période d'échantillonnage s'est étalée sur quatre mois (du mois février jusqu'au mois de mai) dans le but d'une évaluation de la qualité physico-chimiques et bactériologiques de l'eau brutes –traitées de barrage de Boukourdane.

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été effectués dans laboratoire de la station de SEAAL quant aux analyses bactériologiques ont été réalisées au niveau de laboratoire d'hygiène de Tipaza.

II.1 Présentation du site

II.1.1. Présentation géographique

Le barrage de Boukourdane est situé dans la partie nord ouest de la grande plaine de la Mitidja dans la wilaya de Tipaza à environ 1,3 km du village de Sidi Amar et à 80 km à l'ouest d'Alger. Il est construit sur le lit de Oued El-Hachem (au confluent des deux principaux oueds : Menacer (Boukadir) et Fadjana qui donne naissance à oued El-Hachem) **(Figure3)**.

Ce barrage est destiné à satisfaire les besoins en eau potable de Tipaza, Cherchell, Nador, Hadjout, Sidi- Amar et Sidi-Ghiles ainsi il est utilisé pour l'irrigation du périmètre de Mitidja ouest et sahel algérois. Il est construit en 1986 par une entreprise (Chine), travaux achevés en 1992 et a été mise en marche en 1996.



Figure 3 : localisation géographique du barrage de boukourdane **(Anonyme, siteIII)**.

II.1.2. Principales caractéristiques

Hauteur : 74,4 m

Longueur : 610 m

Cote retenue normale (R.N) : 119,5 m

Cote plus hautes Eaux (P.H.E) : 123 m

Déversoir : seuil libre 1000 m³/s

Vidange de fond : 150 m³/s

Capacité actuelle : 105 millions m³

Envasement annuel : 0,21 hm³/an Surface du bassin versant : 177 km²(ANBT/ BBK , 2015).

II.1.3. Géologie

Les formations géologiques du site du barrage sont principalement des roches basiques et les produits de leur altération actuelle, des roches sédimentaires tertiaires et les terrains qui s'y développent et des dépôts quaternaires, alluvions de l'oued et déjections torrentielle (S.T.E.P)

II.1.4.Faune et flore

La zone d'étude renferme divers formation végétales. Il s'agit de forets clairs, des maquis denses et clairs ainsi que des vergers. Les principales espèces végétales présentes étant le pin d'Alep (*Pinushalevensis*), les chênes verts (*Quercusilex*) et le chêne liège (*Quercussuber*) La faune s'agit principalement de la carpe royale, la carpe grande bouche, la carpe cuire, le barbeau, le candre et la black basse (ANBT /BBK ,2015).

II.2 Matériel

Pour effectuer les analyses physico-chimiques et bactériologiques, nous avons utilisé un matériel biologique, et non biologiquement représenté par des solutions, réactifs, milieux de culture, appareillages et verreries (voir annexe).

II.2.1. Matériel de prélèvement

Pour les analyses physico-chimiques : des bouteilles en plastique de 1,5 litre ont été utilisées au cours de cette étude pour le prélèvement des échantillons d'eau à traiter

Pour l'analyse bactériologique : les échantillons ont été recueillis dans des flacons en verre à haut évasé avec un bouchon d'une capacité de 500ml stérilisés au préalable, contenant une pastille de thiosulfate de sodium.

Les flacons pour la collecte d'eaux chlorées doivent recevoir, avant d'être stérilisés, 0,1ml (2 gouttes) de thiosulfate de sodium à 10%.

II.3. Méthode

II.3.1. Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons est l'une des étapes les plus importantes pour l'évaluation de la qualité de l'eau. Il est donc essentiel que l'échantillon soit effectué avec prudence afin d'éviter toutes les sources possibles de contamination.

Nous avons effectué les prélèvements d'eau brute et traitée à partir des robinets qui se trouvent à l'entrée et la sortie de la station.

II.3.2. Méthode de prélèvement

Procédures de prélèvement :

- Se laver les mains avec l'eau et du savon
- Nettoyer le robinet avec un morceau de coton imbibé d'alcool à 70 % et /ou avec l'hypochlorite de sodium à 100mg/l.
- Ouvrir le robinet et laisser couler l'eau pendant 1 à 2 minutes.
- Collecter l'échantillon d'eau.
- Remplir environ $\frac{3}{4}$ du volume.

- Fermer le flacon et mentionner les informations nécessaires.
- Remplir la fiche d'identification de l'échantillon d'eau
- Mettre le flacon contenant l'échantillon dans une caisse d'isopor avec de la glace.

II.3.3. Transport et conservation

Le prélèvement subira un certains temps de transport et une éventuelle attente au laboratoire avant la mise en route analytique (de barrage jusqu'au laboratoire d'hygiène) Les échantillons prélevés ont été stockés dans une glacière a une température de 4°C dans l'obscurité afin d'assurer une conservation satisfaisante.

II.4. Analyses physico-chimiques

Tous les paramètres physico-chimiques ont été réalisés selon es protocoles utilisés au niveau du laboratoire de SEAAL.

Test de chlore

Le test de chlore est obligatoire avant de procéder à tout prélèvement en vue d'analyse bactériologique ou chimique. La vérification du taux de chlore résiduel s'effectué par la méthode colorimétrique (pool tester), simple et rapide à mettre en œuvre, utilisant un testeur de chlore avec réactif (le diéthylparaphénylènediamine ou DPD).

Mode opératoire :

- Rincer le testeur 3 fois avec l'eau à tester.
- Remplir un tube colorimétrique jusqu'au premier trait (5 ml) avec l'échantillon d'eau qui constitue le blanc
- Placer le tube dans l'ouverture supérieure gauche du comparateur.
- Remplir un autre tube jusqu'au premier trait (5 ml) avec l'échantillon d'eau.
- Ajouter le contenu d'un sachet de réactif DPD chlore au second tube.
- Terminer l'essai et lire le résultat après l'addition du réactif.
- Agiter pour mélanger, attendre une minutes.
- Placer l'autre tube dans l'ouverture supérieur droite du comparateur.

- Tenir le comparateur face à une surface uniformément éclairée (ciel, lampe, fenêtre) et regarder par les ouvertures de la face antérieure du comparateur.
- Tourner le disque jusqu'à égalité des teintes dans les deux ouvertures.
- Lire la concentration du chlore en mg/l dans la fenêtre de l'échelle (**Figure 4**).



Figure 4: Colorimètre pour la mesure de chlore (source coopération Suisse/DINEPA).

II.4.1. Paramètres physiques

II.4.1.1. Température

La température est mesurée au moment de prélèvement de l'échantillon.

Mode opératoire

- mettre un peu d'eau dans un bécher de 250 ml;
- plonger le thermomètre dans l'eau;
- attendre jusqu'à ce que le mercure se stabilise;
- effectuer une lecture.

II.4.1.2. pH

Il existe plusieurs dispositifs pour la détermination du pH. Ils sont appelés pH mètre ou colorimètres.

Mode opératoire

- allumer l'appareil et attendre qu'il se stabilise;
- laver les électrodes avec de l'eau distillée et les sécher avec du papier absorbant;
- calibrer l'appareil avec des solutions standard (pH 4 – 7 ou 10);
- laver de nouveau les électrodes avec de l'eau distillée et les sécher;
- introduire les électrodes dans l'échantillon à être examiné et faire la lecture;
- laver de nouveau et les laisser immergés dans l'eau distillée;

- éteindre l'appareil

II.4.1.3.Turbidité

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

Mode opératoire

- Remplir la cuve sans faire des bulles
- visser le bouchon et sécher la cuve.
- Insérer la cuve dans le puits de mesure.
- Fermer le capot de l'appareil et appuyer sur entrer

II.4.1.4.Conductivité

Mesure directe du courant passant entre deux électrodes immergées dans l'échantillon. Le courant injecté est un courant alternatif de très basse fréquence afin d'éviter la polarisation des électrodes.

Mode opératoire

- Prendre un échantillon conservé.
- Remplir un bécher avec une quantité d'eau suffisante pour l'immersion de l'électrode du conductimètre.
- Mettre l'électrode dans un bécher puis appuyer sur touche Read, la valeur de la conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil.
- Les résultats s'expriment en microsiemens par centimètre ($\mu\text{s/cm}$).

II.4.2.Paramètres chimiques

II.4.2.1.Paramètres de pollution

II.4.2.1.1 Dosage du nitrate

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 10ml d'échantillon à analyser dans une capsule de 60ml (pour des teneurs en nitrates supérieur à 5mg/l , opérer par une dilution), alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium , ajouter 1ml de salicylate du sodium puis pour suivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage , effectuer une lecture au spectrophotomètre a la longueur d'onde 420 nm .

II.4.2.1.2. Dosage de nitrite

Principe

Réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, a pH 1,9 avec le reactif amino-4- benzene sulfonamide en présence d'aide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlorhydrate de N-(naphtil-1) diamino-1-2éthane (ajouter avec le réactif amino-4-benzen sulfonamide) mesure de l'absorbance à 540nm.

Mode opératoire

Prélever 40ml de chacune des solutions obtenues, ajouter dans l'ordre 1ml du réactif coloré. Homogénéiser immédiatement, le pH à ce stade doit être de 1,9. Laisser reposer au moins 20min, effectuer la mesure spectrométrique à la longueur d'onde 540nm.

II.4.2.1.3. Dosage du phosphore :

Principe :

Réaction des ions orthophosphate avec une solution d'acide contenant des ions de molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl-phospholibdate. Réduction du complexe par l'acide ascorbique pour former un nouveau complexe de molybdène

(fortement coloré en bleu). L'absorbance de ce complexe détermine la concentration en orthophosphates présents.

Mode opératoire :

- Prélever 40 ml d'échantillon à analyser :
 - Ajouter 1 ml d'acide ascorbique à 100g/l.
 - Ajouter 2 ml d'hytamolybdate d'ammonium.
- Agiter quelques secondes après un temps compris entre 10 à 30 minutes (temps nécessaire au développement de la couleur).

Si aucune couleur n'est apparue, il n'y a pas de phosphore (PO_4^{3-}) ; indique alors comme résultats ; <0.09 mg/l de phosphore.

Si une coloration bleue est apparue, effectuer la mesure au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 880nm.

Les résultats du dosage sont donnés directement en mg/l.

II.4.2.2. Paramètres indésirables

II.4.2.2.1. Le dosage d'aluminium

Principe

Réaction de l'aluminium avec l'eriochrome cyanin à un pH de 5,9 en présence d'acétate d'ammonium : apparition d'une coloration rouge-orange.

Mode opératoire

- Les 10 étalons sont préparés en versant les volumes de la solution finale d' AL^{3+}
- Verser 25ml de chaque étalon dans une fiole de 50ml
- Ajouter à chaque fois les réactifs dans l'ordre suivant :
 - 0,5ml de thiosulfate de sodium 0,028 N et agiter.
 - 1ml d'acides ascorbique concentration 10g /l.
 - 1ml d'acide sulfurique 0,04N.
 - 10ml de la solution tampon pH 6,2.
 - 5 ml de la solution d'eriochrome cyanine.

- Compléter chaque fiole a 50ml avec de l'eau distillée et homogénéiser
- Laisser reposer 10 minutes et passe par la suite à la mesure par spectrophotomètre.

Effectuer les lectures spectrométriques à la longueur d'onde de 535 nm.

II.4.2.2.2.Dosage du fer

Principe

Lorsque un échantillon acidifié est aspiré dans une flamme air /acétylène d'un spectromètre d'absorption atomique, un faisceau lumineux d'une longueur d'onde donnée, traverse la solution, une fraction de la lumière incidente est absorbée en fonction de la concentration du composé à déterminer.

Mode opératoire

- Verser 50ml de l'échantillon à analyser dans un Erlen Meyer de 100ml.
- Ajouter 1ml d'acide chlorhydrique à 10 %
- Ajouter 5ml de peroxydisulfate de potassium
- Placer l'échantillon sur la plaque chauffante à douce ébullition durant environ 40min, en s'assurant que le volume ne descend pas en dessous de 20ml
- Laisser refroidir et ajouter 1ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine et mélanger soigneusement
- Ajouter 2ml de la solution tampon acétate pour obtenir un pH entre 3,5 et 5,5.
- Ajouter 2ml de la solution phénthroline et conserver pendant 15min a l'obscurité
- Effectuer la lecture spectrométrique a la longueur d'onde de 510nm.

II.4.2.2.3.Dosage du manganèse

Principe

Le manganèse est oxydé en permanganate à l'acide de persulfate d'ammonium en présence de nitrates d'argent. Le permanganate formé est dosé chlorimétriquement à la longueur d'onde de 525nm

Mode opératoire :

- Verser 10ml de l'échantillon à analyser dans un bécher.
- Ajouter 5 ml d'acide nitrique a chacune des solutions, puis 5 ml de solution de nitrate de mercure.
- Agiter soigneusement.
- Ajouter 0,5ml de nitrate d'argent.
- Placer l'échantillon sur la plaque chauffante a ébullition durant environ 5min
- Retirer de la plaque.
- Ajouter 1ml d'acide phosphorique concentré à 85%, Puis 10 ml de persulfate d'ammonium.
- Remplacer de nouveau sur la plaque chauffante a ébullition durant environ 10min
- Laisser refroidir
- Effectuer les lectures spectrométriques à la longueur d'onde 525 nm.

II.4.2.3.Paramètres de minéralisation globale

II.4.2.3.1.Dosage du sulfate

Principe

Les ions sulfates, en présence de chlorure de baryum précipitent à l'état de sulfate de baryum.

Mode opératoire

- Prendre 20ml d'échantillon à analyser et ajouter 5ml de la solution stabilisante, agiter quelques secondes (agitation mécanique lente).
- Ajouter 2ml de chlorure de baryum.
- Compléter avec 100ml d'eau dessillé.
- Laisser pendant 1min sous l'agitation mécanique rapide.
- Remplir rapidement la cuve avec l'échantillon à analyser, l'insérer dans l'appareil et appuyer sur START.
- La concentration des SO^{2-} est affiché sur l'écran en mg/l.

II.4.2.3.2.Dosage de bicarbonate :

Principe

Les carbonates n'existent qu'à un pH de 8.3 et les bicarbonates qu'à un pH compris entre 4,3 et 8,3 au cour d'un dosage acidimétrique doublé d'une mesure de pH.

Mode opératoire

Mesurer le pH de 100ml d'eau à analyser, ensuite, titrer par l'acide chlorhydrique 0,1N jusqu'au pH égale 4,3.

Expression des résultats

La concentration en bicarbonates est exprimée en milligramme par litre et donnée par la formule suivante :

$$\text{HCO}_3^- (\text{mg/l}) = F \times V \times N \times M \times 1000 / \text{PE}$$

$$\text{HCO}_3^- (\text{mg/l}) = F \times 0,1 \times 61 \times M \times 1000 / 100$$

$$\text{HCO}_3^- (\text{mg/l}) = V \times 61 \text{ (mg/l)}$$

Avec:

V: le volume en ml de la solution de nitrate d'argent utilisée pour le titrage du l'échantillon.

N : Normalité d'acide chlorhydrique.

M : Masse d'acide chlorhydrique.

PE : Pris d'essai.

F : Facteur lié au réactif utilisé.

II.4.2.3.3. Dosage de la somme du calcium et magnésium

Principe

Le Titrage par complexométrie du calcium et du magnésium avec une solution aqueuse de sel de sodium d'acide éthylène diamine tétra acétique à un pH 10, Lors du titrage, EDTA réagit d'abord avec les ions calcium et magnésium libres, puis au point d'équivalence, avec les ions calcium et magnésium combinés à l'indicateur, ce qui libère l'indicateur et provoque un changement de couleur.

Expressions des résultats

La concentration totale en ions calcium et magnésium, le TH exprimée en °F, est donnée par la formule suivante :

$$TH = V2 \times 2 \times Fc \times F$$

La concentration totale en ions magnésium, exprimée en mg/l le plus proche, est donnée par la formule :

$$(Mg^{+2}) = (C1 \times (V2 - V1) \times A) / V0 \times Fc \times 1000 \times F \quad (\text{mg/l})$$

Avec :

- TH : dureté exprimé en °F ;
- Mg^{+2} : la teneur en magnésium exprimé en mg/l ;
- V2 : est le volume de l'EDTA (en ml), après dosage de l'échantillon pour la détermination du TH ;
- V1 : est le volume de l'EDTA en (en ml), après dosage de l'échantillon pour la détermination du calcium selon le mode opératoire « Dosage du calcium par la méthode titrimétrique à l'EDTA »
- Fc : Facteur de correction de l'EDTA ;
- F : Facteur de dilution ;
- A : est la masse molaire du magnésium (24,31 g/mol) ;
- V0 : est le volume, en millilitres, de la prise d'essai (50 ml)
- C1 : concentration de la solution EDTA (0,01 mol/L).

II.4.2.3.4. Oxygène dissous

Principe

Immersion d'une sonde, constituée d'une cellule fermée par une membrane sélective et contenant l'électrolyte et deux électrodes métalliques, dans l'eau à analyser. (La membrane est perméable à l'oxygène)

Mode opératoire

La mesure doit être effectuée comme suit :

- Placer l'électrode dans l'échantillon. La sonde de la température doit être émergée.
- Agiter correctement l'échantillon ou remuer l'électrode dans l'échantillon afin de retirer toute bulle d'air de la membrane.
- Le résultat de mesure s'affiche lorsque la valeur de mesure est stabilisée ; noter la valeur ou l'enregistrer.
- Le résultat est donné en concentration de milligramme d'oxygène par litre d'eau.

II.5. Analyses bactériologiques

Ces analyses ont été effectuées dans les unités de microbiologie et de chimie du laboratoire d'eau.

II.5.1. Recherche et dénombrement des bactéries coliformes par filtration sur membrane :

Principe

Cette technique repose sur la filtration de 100ml de l'échantillon qui traverse une membrane filtrante en posant cette membrane sur un milieu sélectif (gélose lactosé au tergitol sur le milieu T.T.C).

Mode opératoire :

Pour la recherche des bactéries coliformes dans les eaux à analyser par filtration sur membrane, nous avons suivi les étapes suivantes :

- Flamber la face supérieure (plaque poreuse) de l'appareil.
- Fermer le robinet du support et mettre en marche la pompe à vide.
- Prélever une membrane stérile en la saisissant par son bord extérieur avec une pince.
- Avec une pince flambée et refroidi ; déposer la membrane sur une plaque poreuse.
- L'entonnoir-réservoir flambé et refroidis est placé au dessus de la membrane et installer le dispositif de fixation.
- Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser et verser l'eau dans le réservoir jusqu'au repère (50 ou 100ml selon l'appareil et selon le type d'analyse pratiquée).

- Ouvrir le robinet du support suffisamment et laissés s'écouler lentement sous l'action du vide.
- Lorsque tout l'échantillon est filtré et la membrane paraît sèche, fermer le robinet, enlever le dispositif de fixation.
- Prélever la membrane avec une pince flambée en la saisissant par son extrême bord, et l'induire sur le milieu sélectif (T.TC) en évitant de faire des bulles d'air.

Incubation : - coliforme fécaux : Incubation à 37°C pendant 24 h.

- C. totaux : Incubation à 44°C pendant 24h.

Lecture

Après la période d'incubation, nous comptons le nombre des colonies caractéristiques à aspect légèrement lisse et bombé et présentant un contour régulier, de couleur jaune ou jaune orangée sont dénombrées.

II.5.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Mode opératoire

Faire une filtration sur la membrane, dans les conditions d'asepsie, une prise d'essai de l'eau traitée (100ml) après homogénéisation par agitation, placer ensuite la membrane sur une boîte de milieu Slanetz, puis la boîte est incubée pendant 48 heures à 37°C.

Lecture

Compter le nombre de colonies qui présentent les caractéristiques suivantes :

- Un diamètre de 0,5 à 2mm.
- Une coloration rouge, violette, marron ou rose visible sur la boîte.

Test de confirmation

Afin de confirmer que toutes les colonies sont des streptocoques fécaux, on transfère le filtre sur une boîte de BEA, que l'on incube à 44°C pendant 2 heures.

Lecture

On dénombre toutes les colonies entourées d'un halo noir résultant de la dégradation de l'esculine par les streptocoques fécaux.

II.5.3. Recherche et dénombrement des spores d'anaérobies sulfito-réductrices (ASR) :

- Repartir l'eau à analyser dans quatre tubes différents, à raison de 5 ml par tube qui seront par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présents.
- Après le chauffage, refroidir immédiatement sous l'eau de robinet
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose viande- foie (VF), fondus puis refroidie à 45°C, additionné de leur additifs spécifiques (une ampoule d'Alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium).
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air et de l'oxygène.
- Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à 37°C pendant 24-48heures.

Lecture :

La première lecture doit absolument être faite à 16heures car très souvent les spores des bactéries des ASR seront envahissantes et le tube devient complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible, La deuxième lecture se fera à 24heures et la troisième et la dernière à 44heures.

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

Rapporter le nombre total des colonies à 20ml d'eau à analyser.

II.5.4. Recherche des Salmonelles

Mode opératoire:

La recherche de salmonelle se fait en 4 étapes :

-1^{er} jour : Enrichissement primaire.

On introduit 50ml de l'eau à analyser dans 100 ml de bouillon du sélénite-cystéine D/C. la solution obtenue est appelée SFBI. Elle est incubée à 37°C pendant 18-24 h.

2^{ème} jour : Enrichissement secondaire et isolement.

La solution SFB I est incubée à 24 heures avant d'être l'objet d'un 2^{ème} enrichissement sur bouillon sélénite –cystéine en tubes (SFB II) à raison de 1 ml par tube et d'un isolement sur gélose Hecktoen I (HI).L'incubation est réalisée à 37°C pendant 18-24heure.

3^{ème} jour : Isolement.

A partir du bouillon SFB II isolé sur gélose Hecktoen II (HII), prendre 1 ml de SFB II et l'introduire dans un bouillon sélénite-cystéine (SFB III) et les incubé à 37°C pendant 18-24heures.

4^{ème} jour : lecture et identification.

. Les salmonelles apparaissent sur le milieu Hecktoen le plus souvent sous formes de colonies grises avec ou sans centre noir.

II.4.5. Recherches de vibrions cholériques

La recherche des vibrions est réalisée en 3 étapes :

1^{er} jour : enrichissement primaire.

S'effectue sur milieu péptonnée alcaline (EPA) 10fois concentrée. On répartit à raison de 50 ml par flacon, auquel on ajoute aseptiquement 250ml d'eau à analyser et incubé à 37°C pendant 16-18 à 24heures.

2^{ème} jour : enrichissement secondaire.

On effectue le 2^{ème} jour l'enrichissement sur milieu EPA II en tubes à raison de 1 ml par tube et un isolement sur GNAB I.L'incubation se fait à 37°C pendant 24heures.

3^{ème} jour :

D'une part, le tube EPA II fera l'objet d'un isolement sur GNAB II, et d'autre part, la boîte de gélose GNAB I subira une lecture, en tenant compte que les vibrions se présentent le plus souvent sous formes de colonies lisses et transparentes émettant d'odeur de jasmin. On incube la boîte de gélose GNAB II à 37°C pendant 24h.

4^{ème} jour :

Une lecture de la boîte de gélose GNAB II sera effectuée avec une identification biochimique s'il s'agit des colonies suspectées.

Recommandation

Il serait intéressant de compléter ce travail avec le dosage de pesticides et des métaux lourds ainsi la recherche et le dénombrement des virus et de parasites.

Référence bibliographique

- **ANBT/BBK.2015.** Agence National Des Barrages Et Des Transferts Barrage BouKourdane.
- **Beupoil C et Bornens P.1997.**Oxygène dissous et toxicité de l'ammoniaque en zones estuariennes : seuils d'acceptabilité. Rapport de synthèse, Biotecmer-AELB, 49p.
- **Bontoux.J. (1993).** Introduction à l'étude des eaux douces. 2^{ème} édition. Edition « Editeur CEBEDOC » . p160-167.
- **Bourgeois .C.M et Levan.J.Y. (1980).** Technique d'analyses et de contole dans les industries agro-alimentaires. Volume III. P 224-225.
- **Brénaud C., 2006.** Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural. P216-229.
- **Cardot C.1999.** Génie de l'environnement, les traitements de l'eau .édition Ellipses .247p.
- **Defrence et Schki. 1996.** L'eau dans tout son état. Edition Ellipses. Paris.632p.
- **Dégremont T. 2005.** Mémento technique de l'eau, Tome 2. Lavoisier SAS-Lexique technique de l'eau, Paris, deuxième édition, 1114p.
- **Driscoll, C.T et Letterman, R.D.1995.** Factors regulating residual aluminium concentrations in treated waters. Environmetrics, 3: 287-309.
- **Drouart et Vouillamoz. (1999).** Alimentation en eau des populations menacées. Hemann édition des sciences et des arts. P36-133.
- **François A, 2008.** L'eau et ses enjeux. Editions de Boeck. P134.
- **FUNASA (Fondation Nationale de la santé).** 2013 Manuel pratique d'Analyse de l'eau 4^{ème} édition .Brasilia, p153.
- **Hernandez. L. (2006).** Supervision et diagnostic des procédés de production d'eu potable. Thèse de Doctorat. Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse. 145p.
- **JORA. (Journal Officiel de la République Algérienne). 2003.**
- **JORA. (Journal Officiel de La République Algérienne).2011.**Annexe des valeurs limites maximal des paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine, n°18 .PP 7 et 8.
- **Kammer. F. 1984.** Manuelle de l'eau .Edition : Lavoisier technique et documentation.
- **Leveque C.1996.** Ecosystèmes aquatiques. Hachette, Paris .159p.
- **Mes et Deroune.2000.**Etat des nappes de l'eau souterraines de Wallonie.

Référence bibliographique

- **Miller, R.G., Kopfler, F.C., Kelty, K.C., Stober, J.A. et Ulmer, N.S.1984.** The occurrence of aluminum in drinking water. J. Am. Water Works Assoc., 76: 84-91.
- **Miquel.G; Revol.H., (2003).** La qualité de l'eau et de l'assainissement en France. Tome I. p215.
- **Mizi A.,2006.** Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de Béjaia et valorisation de déchets oléicoles. Thésée de doctorat d'états .université d'Annaba, Algérie.
- **Moussa, M. D. H , 2005.** Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines.119p.
- **Nebel, J.B. & Wright,T.R. 1996.** Environmental Science: The Way the World Works Prentice Hall.
- **O.M.S.(2011).** (Normes international applicables à 'eau de boisson, Genève.
- **Potelon.J.L et Zysman.K. (1998).** Le guide des analyses de l'eau potable. Edition de la lettre. Pp1025.
- **Prescott.M, Harley.J.P et Kleind.D. (2003).** Microbiologie. 2^{ème} édition. P 1137.
- **Raymond D., 1997.** Le traitement des eaux. Canada .p 305.
- **Rodier 2009.** L'analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduaires Eau de mer. 9ème édition, Dunot, Paris. France. 1579.
- **Rodier J, Bernard L, Nical, Metal., 2009.** L'Analyse de l'eau .9ème édition .Dunod, Paris, p 1511.
- **Rodier.J, Bazin.C, Broutin J.P, Chambon.P, Champsaur.H et Rodier.L.(1984).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 3^{ème} édition. edition Dunod.p668.
- **S.T.E.P. 2015.** Fiche technique de la station de traitement des eux potables de Sidi Amar (Wilaya de Tipaza).
- **Sarkar S.K., Saha M, Takada H, Bhattacharya A,Mishra P.et Bhattacharya B.2007 .** Water quality management in the lower stretch of the river Ganges, east coast of India : an approach through environmental education.Journal of cleaner production , vol 15 :1559-1567.
- **Satin.M et Selmi.B. (1999).** Guide technique de l'asainissement. 2^{ème} édition . edition Regisbourrier, P42-79
- **Singleton. (1999).** Bacteriologie. 4^{ème} édition Monond. PP296,
- **Tardat, Henry, 1992.** Chimie des eaux. Edition de Griffon d'argile.537 p.

Référence bibliographique

- **Vilagines R.2003** : Eau, environnement et santé publique .introduction à l'hydrologie 2ème édition.pp5, 196.
- **Vilain M., 1999.** Méthodes expérimentales en agronomie pratique et analyse. Ed Lavoisier, Paris, 337p.
- **Watzel,.R.G.2001.**Limnology : lake river écosystème 3ème édition. Academic Press, 850p.

Site I :

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Cycle_de_l'eau.png

Site II :

http://static.teteamodeler.com/media/cache/s_thumb/images/illustration/Image/pavce_ntral/eau4_1.jpg