



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

قسم : بيولوجيا و علم البيئة النباتية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie Fondamentale et Appliquée

Intitulé :

**Contribution à l'évaluation de la qualité
bactériologique des eaux brutes et traitées du
forage Salah Bey (Hamma Bouziane)**

Présenté et soutenu par : *MOUNCHAR Safa*

DRAIBINE Sonia

L.e : 22/09/2021

Jury d'évaluation :

Président du jury :	Sahli Leila	Pr.	UFM-Constantine 1
Rapporteur :	Amri Sihem	MAA.	UFM-Constantine 1
Examineur :	Bazri Kamel Eddine	MCA	UFM-Constantine 1

*Année universitaire
2020 – 2021*

Dédicace

A dieu, pour m'avoir donné la force dans les moments difficiles d'éditer ce mémoire.

A mon grand père ABDELLAH aucune dédicace ne saurait exprimer tout ce que je ressens pour vous. Je vous remercie pour tout le soutien exemplaire et l'amour exceptionnel que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagnera toujours.

A mon très cher père CHAABEN tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, et aussi l'estime, et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A mon frère YASSER et mes sœurs SARA et MARWA et ROKIA puisse l'amour et la fraternité nous unissent à jamais. Je vous souhaite la réussite dans votre vie, avec tout le bonheur qu'il faut pour vous combler.

A mon binôme SONIA et mes amies IKRAM et FADILA et AMEL merci pour les bons moments qu'on a passé ensemble. Que Dieu vous protège et vous procurez joie et bonheur et que notre amitié reste à jamais.

A tous mes compagnons de promotion.

SAFA

Dédicaces

je dédie infiniment à celle qui m'a donné la
vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée
pour mon bonheur et ma réussite, ma mère HAYET
A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien
moral et source de joie et de bonheur, que dieu te
garde dans ma vie, à toi mon père ZOUBIR

A celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenu tout
au long de ce projet ma sœur HADJER et bien sûr AMIRA, mon frère SEIF ,
mon binôme SAFA, mes amies RANDA et TAKOUA sans oublier le petit Razi

A toute la famille DJAWED et TAIM

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce
manuscrit.

Sonia

REMERCIEMENTS

Tout d'abord je tiens à remercier le bon dieu pour m'avoir donné le courage, la force et la volonté pour réussir et de m'avoir éclairci le chemin tout au long de ma vie.

Tout d'abord, nos sincères a remercié vont à Mme AMRI SIHEM, Maître assistante à l'Université Frères Mentouri Constantine1, pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nos sincères remerciements vont également à Mme SAHLI Leila, Professeur à l'Université Frères Mentouri Constantine1, qui a accepté et nous a honoré en présidant le jury.

Nos vifs remercie vont également à Mr BAZRI K.E.D Maître de conférences à l'Université Frères Mentouri Constantine1, d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Nous remercions Mme BOUDA LILA, chef de service au département de Qualité pour ses aides et ses conseils précieux lors de réalisation de ce travail.

Nous remercions également le personnel de la Direction Exploitation Eaux et Travaux de la société SEACO

Finalement, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos familles qui nous ont toujours soutenues. Ainsi qu'à l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation

Résumé :

L'utilisation de l'eau dans le domaine alimentaire ou de l'hygiène exige une excellente qualité physico-chimique et microbiologique. L'eau potable doit répondre à des normes de qualité ; elle ne doit contenir aucun micro-organisme, parasite ou substance présentant un danger potentiel pour la santé humaine. Notre étude porte sur l'évaluation de la qualité microbiologique des eaux brutes et traitées du Forage Saleh Bey (Hamma Bouziane) ainsi que les eaux du réseau de distribution de la même région. Les organismes pathogènes auxquels nous nous sommes intéressés sont : les coliformes totaux, les coliformes fécaux (*Escherichia coli*), les streptocoques fécaux, et les bactéries anaérobies sulfite-réductrices.

L'analyse microbiologique de l'eau brute a montré une présence de certains germes pathogènes. On peut donc conclure que l'eau de ce Forage est de qualité suspecte et douteuse du point de vue de la présence de traces bactériennes. Elle est impropre à la consommation humaine et nécessite un traitement préalable. Contrairement à cette dernière, les eaux analysées après chloration sont exemptes de bactéries ; ce qui confirme l'efficacité du traitement par chloration.

Mots clés : Forage Saleh Bey, qualité bactériologique, Coliformes totaux, *E. coli*, Streptocoques fécaux, Bactéries Sulfite-Réductrices.

Abstract:

The use of water for food or hygiene purposes requires excellent physico-chemical and microbiological quality. It must comply with quality standards; it must not contain any microorganism, parasite or substance posing a potential danger to human health. Our study focuses on the evaluation of the microbiological quality of raw and treated water from the Saleh Bey drilling (Hamma Bouziane) ,as well as water from the distribution network of the same region, The pathogenic organisms we are interested in are: total coliforms, fecal coliforms (*Escherichia coli*), streptococci, and sulfite-reducing bacteria.

The microbiological analysis of the raw water showed the presence of some pathogenic germs. We can therefore conclude that the water from this drilling is of suspect quality and doubtful, from the point of view of the presence of the bacterial traces. It is not suitable for human consumption and requires prior treatment. Contrary, the water analyzed after chlorination is free of bacteria, which confirms the effectiveness of the chlorination treatment.

Key words: Saleh Bey drilling, bacteriological quality, total coliforms, *E. coli*, fecal Streptococci, Sulfate-reducing bacteria

المخلص

يتطلب استخدام المياه في مجال الغذاء أو النظافة جودة فيزيائية كيميائية وميكرو بيولوجية ممتازة. ويجب أن تمتثل مياه الشرب لمعايير الجودة؛ يجب ألا تحتوي على أي كائنات مجهرية أو طفيليات أو مواد تشكل خطرا محتملا على صحة الإنسان. تركز دراستنا على تقييم الجودة الميكروبيولوجية للمياه الخام والمعالجة في بئر صالح باي (حامة بوزيان) وكذلك مياه شبكة التوزيع في المنطقة نفسها. الكائنات المسببة للأمراض التي ركزنا عليها هي: القولونيات الكلية، القولونيات البرازية (الإشريشيا القولونية)، العقديات، والبكتيريا اللاهوائية التي تقلل من الكبريتات الجراثيم.

أظهر التحليل الميكروبيولوجي للمياه الخام وجود بعض الجراثيم المسببة للأمراض. ولذلك يمكن استنتاج أن المياه في هذا البئر ذات نوعية مشبوهة ومشكوك فيها من وجهة نظر وجود آثار بكتيرية هو غير صالح للاستهلاك البشري ويتطلب علاجاً مسبقاً. على عكس هذا الأخير، فإن المياه التي تم تحليلها بعد إضافة الكلور خالية تماماً من البكتيريا. مما يؤكد فعالية المعالجة بالكلور.

الكلمات المفتاحية: الإشريشيا القولونية. الجودة الميكروبيولوجية. القولونيات الكلية. بكتيريا الحد من الكبريتات

Liste des abréviations

ADE : Algérienne Des Eaux

BEA : Gélose Bile Esculine Azide

CCA : Chromocult Coliform Agar (gélose chromogène pour bactérie coliforme)

CF : Coliforme Fécaux

CSR : Clostridium Sulfito-Réducteurs

CT : Coliforme Totaux

CTR : Coliformes Thermorésistantes

DEET : Direction Exploitation Eaux et Travaux

E. coli : *Escherichia coli*

EB : Eau Brute

ET : Eau Traitée

ISO : Organisation International De Normalisation

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

NPP : Nombre Le Plus Probable

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

SEACO : Société de l'Eau et de l'Assainissement de Constantine

SEQ-Eau : Système d'évaluation de la qualité des cours d'eau

SF : Streptocoque Fécaux

UFC : Unités Formatrices de Colonies

Liste des Tableaux :

Tableau 1 : Concentrations des différents ions d'une eau de mer

Tableau 2 : Classification des paramètres qui contrôle la qualité de l'eau.

Tableau 3 : Critères de la qualité d'eau selon la classe du cours d'eau

Tableau 4 : Normes nationales et internationales de la qualité microbiologique des eaux potables.

Tableau 5 : Calendrier et lieu des prélèvements

Tableau 6 : Évolution temporelle des caractéristiques bactériologiques des eaux Saleh Bey

Liste des figures

Figure 1 : Représentation de l'écoulement des eaux Souterraines

Figure 2 : Transformation physique de l'eau

Figure 3 : Structure de la cellule bactérienne (Hart et Shears, 1997)

Figure 4 : Méthodes et technique pour l'évaluation de la qualité des milieux aquatiques

Figure 5 : Vue microscopique les coliformes fécaux

Figure 6 : Vue microscopique les coliformes totaux (CT)

Figure 7 : Vue microscopique *Escherichia coli*

Figure 8 : Vue microscopique streptocoques fécaux

Figure 9 : Vue microscopique Clostridium sulfito-réducteurs

Figure 10 : Organigramme du département qualité

Figure 11 : Carte de situation géographique de la source et des Forages

Figure 12 : Carte de découpage administrative Constantine (D'après ABH, 2003)

Figure 13 : Carte géographique des quartiers les plus importants de l'agglomération

Figure 14 : Le nouveau forage de la station Saleh Bey

Figure 15 : L'ancien forage de la station Saleh Bey

Figure 16 : Station de pompage Saleh Bey

Figure 17 : Carte de localisation géographique de la station Berla

Figure 18 : Processus de filtration et dénombrement des Coliformes totaux et d'*E. Coli*

Figure 19 : Processus de filtration et dénombrement des Streptocoques fécaux

Figure 20 : Processus de dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs

Figure 21 : Evolution du dénombrement des coliformes totaux dans les stations les eaux brutes, traitées, et le réseau de distribution de la région Saleh Bey (Mars 2021-Juin 2021)

Figure 22 : Evolution du dénombrement des coliformes fécaux dans les eaux brutes, traitées et le réseau de distribution de la région Saleh Bey (Mars 2021-Juin 2021).

Figure 23 Evolution du dénombrement des Streptocoques fécaux dans les eaux brutes, traitées et le réseau de distribution de la région Saleh Bey (Mars 2021-Juin 2021).

Table des matières

Dédicaces

Remerciements

Résumé

Abstract

المخلص

Liste d'abréviation

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photos

	Page
Introduction	1
Chapitre 1 : Synthèse bibliographique	3
1. Définition des appellations des eaux	3
1.1. L'eau brute	3
1.1.1. Les eaux de pluie	4
1.1.2. Les eaux de surface	4
1.1.3. Les eaux souterraines	4
1.1.3.1 .Définition de l'eau souterraine	4
1.1.3.2. Caractéristiques des eaux souterraine	5
1.1.3.3. Type d'eaux souterraines	5
a. Nappe phréatique	5
b. Les eaux de source	6
c. Forage	6
d. Puits	6
e. Eaux minérales	6
1.1.4. Les eaux de mer	7
1.2. L'eau traitée.....	8
1.3. L'eau potable	8
2. Structure et propriétés de l'eau	8
2.1. Structure de l'eau	8
a. état gazeux	8
b. état liquide.....	8
c. état solide	9
2.2. Propriétés chimiques	9
2.3. Propriétés biologiques	9
2.4. Propriétés physiques	10
3. Types de pollution des eaux	10
a. La pollution biologique	10
b. La pollution physique	10
c. La pollution chimique	10
4. L'eau siège de vie microbienne	11

4.1. Qu'est-ce qu'un microbe	11
4.2. Structure de la cellule bactérienne	11
4.3 .Pourquoi l'étude de bactérie dans l'eau	12
4.4. Relation bactéries, milieu et environnant	12
5. Qualité des eaux potables	12
5.1. Comment évaluer la qualité de l'eau	13
5.2. Les paramètres de la qualité de l'eau	13
5.2.1. Paramètres organoleptiques	14
5.2.2.. Paramètres physico-chimiques	14
5.2.3. Paramètres microbiologiques.....	15
a. Les coliformes fécaux	15
b. Les coliformes totaux	16
c. <i>Escherichia coli</i>	16
d. Les streptocoques fécaux	17
e. Les bactéries Clostridium sulfito-réducteurs	17
6. Les normes de la potabilité des eaux	18
6.1. Normes algériennes	19
6.2. Les normes microbiologiques de qualité	20
7. La chloration	21
7.1. Les systèmes de chloration	21
7.1.1. Chloration manuelle	21
7.1.2. Chloration automatique.....	22
a. Chlorateurs à la pompe.....	22
b. Chloration par pomper doseuses	22
7.2. L'intérêt de l'utilisation de chlore	22

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

1. Présentation de l'établissement d'accueil	23
1.1. Présentation de la société de l'eau et de l'assainissement de Constantine	23
1.2. Organisation	23
1.3 .Présentation de la Direction Exploitation Eau et Travaux (DEET)	24
1.4. Organigramme de département Qualité	24
a. Service traitement des données analytiques	24
b. Service d'analyse physico-chimique	25
c. Service d'analyse bactériologique	25
2. Les ressources d'approvisionnement en eau potable de la wilaya de Constantine	26
3. Présentation de la source Saleh Bey	26
3.1. Situation géographique	26
3.2. Relief de la région d'étude	27
3.3. Climat et végétation	27
3.4. Hydrologie	28
3.5. Habitat	28
4. Alimentation en eau	29
5. Durée et lieu du stage	30
6. Echantillonnage et caractérisation des eaux du forage Saleh Bey	31
6.1. Calendrier d'échantillonnage	31
6.2. Procédure d'échantillonnage	32
6.3. Caractérisation microbiologique des eaux du forage Saleh Bey	33
6.3.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et <i>coliformes fécaux</i>	33

6.3.2. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	35
6.3.3. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs	36
Chapitre 3 : Résultats et discussion	
1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux	39
2. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (<i>Escherichia coli</i>)	41
3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	43
4. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs	44
Conclusion et perspectives	46
Références bibliographiques	48

Introduction

Les ressources en eau, utilisées pour nos divers besoins, proviennent des eaux dites de surface que l'on peut en partie stocker dans des barrages et dans des retenues de diverses tailles (Bahmed et al. 2004). Les eaux souterraines représentent environ 97 % du total des eaux douces continentales liquides (Bosca, 2002). Selon Merzoug et al. (2010), 75 à 90 % de la population mondiale utilisent une eau d'origine souterraine. Les réseaux d'alimentation et les installations permettant l'approvisionnement des consommateurs en eau sont considérés comme un patrimoine du service de l'eau pour lequel une bonne gestion est nécessaire pour en assurer la survie et le bon fonctionnement (Nafi, 2006).

La consommation d'une eau potable, facteur déterminant dans la prévention des maladies liées à l'eau, doit bénéficier d'une attention particulière. Cette eau destinée à la consommation humaine ne doit contenir ni substances chimiques dangereuses, ni germes nocifs pour la santé (Coulibaly, 2005). Le moyen le plus efficace pour garantir en permanence la salubrité de l'approvisionnement en eau de boisson consiste à appliquer une stratégie générale d'évaluation et de gestion des risques, couvrant toutes les étapes de l'approvisionnement en eau, du captage au consommateur (OMS, 2004). En effet, la qualité de l'eau pourrait subir des modifications au cours de son transfert depuis la sortie de la station de traitement jusqu'au robinet du consommateur (Ouahchia et al. 2002).

Dans la plupart des examens usuels, l'analyse bactériologique n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui a pour but de contrôler la qualité bactériologique des eaux brute, traitée, et du réseau de distribution de la région de Saleh Bey à Hamma Bouziane (Constantine). Les organismes pathogènes auxquels nous sommes intéressés sont : les coliformes totaux, les coliformes fécaux (*Escherichia coli*), les streptocoques fécaux, et les bactéries anaérobies sulfite-réductrices. Un suivi dans le temps (allant de deux à quatre mois) de la qualité des différents types d'eau a été réalisé dans le cadre d'un stage effectué au sein de la Direction Exploitation Eau et Travaux (DEET), plus précisément au département de la qualité de la société SEACO.

Le présent manuscrit est organisé comme suit :

- Une introduction afin cerner la problématique de surveillance de la qualité bactériologique des eaux,
- Un premier chapitre qui est une synthèse bibliographique des données relatives aux paramètres de la caractérisation des eaux destinées à consommation humaines,

- Un deuxième chapitre qui a été consacré à la présentation de l'établissement d'accueil et la zone d'étude ainsi, que le matériel et les protocoles expérimentaux adoptées pour la caractérisation microbiologique des eaux de la zone d'étude,
- Un troisième chapitre qui englobe la présentation et l'interprétation des résultats obtenus pour les paramètres pris en considération dans le cadre de cette étude ainsi que leur comparaison par rapport aux normes nationales et internationales,
- Une conclusion et des perspectives clôtureront le présent manuscrit

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1. Définition des appellations d'eau :

L'eau, du latin *aqua*, est un corps chimique, incolore, inodore, insipide, généralement neutre et liquide à température ordinaire. Chaque molécule d'eau est composée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène (H₂O). L'eau est un élément constitutif du milieu naturel dans l'écosystème, c'est également un élément indispensable à toute forme de vie sur notre planète (Anglaret, 2002). Tous les hommes doivent disposer d'un approvisionnement satisfaisant en eau (suffisant, sûr et accessible). Un meilleur accès à une eau de boisson saine peut se traduire par des bénéfices tangibles pour la santé. Tous les efforts doivent être consentis pour obtenir une eau de boisson aussi saine que possible. (OMS, 2004)

L'eau se retrouve dans l'écosphère sous trois états : solide, liquide et gazeux dépendant des conditions particulières de température et de pression. Ainsi vue de l'espace, la terre apparaît bleue car les océans recouvrant près des trois quarts de la surface terrestre (70 %), (Michard, 2002)

1.1 Les eaux brutes :

L'eau brute c'est l'eau qui alimente un dispositif ou une station de production d'eau potable, il s'agit de l'eau captée, puisée ou recueillie qui est acheminée vers une station de traitement, afin de recevoir les traitements la rendant propre à la consommation humaine avant d'être distribuée dans le réseau d'adduction. L'eau brute captée en milieu naturel n'est pas toujours potable. Elle doit alors être acheminée par des canalisations jusqu'à une usine spécialisée dans le traitement de l'eau, qui la rend "potable" c'est-à-dire consommable sans risque.

Les origines de l'eau brute utilisée ensuite dans l'adduction sont donc généralement les cavités souterraines, les affleurements de nappe phréatique, les puits, les forages et les sources. Ces points de puisage et/ou de captage sont équipés de stations de contrôle afin de pouvoir surveiller quasiment en permanence la qualité de l'eau brute pour qu'en cas de risque son puisage ou captage puisse être immédiatement suspendu dans le but ne pas propager une possible contamination à une station de traitement.

1.1.1 Les eaux de pluie :

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous, comme les sels de

magnésium et de calcium : elles sont donc très douce. Dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être contaminées par des poussières atmosphériques. (Desjardins, 1997)

Le débit d'eaux pluviales dépend :

- de la pente et de la surface du bassin versant
- de son coefficient d'imperméabilisation et de la pluviosité (Degrémont, 2005).

1.1.2 Les eaux de surface :

Également appelées « eaux superficielles », les eaux de surface regroupe l'ensemble des masses d'eau courantes ou stagnantes en contact direct avec l'atmosphère. Ces eaux peuvent être douces, saumâtres ou encore salées selon leur emplacement.

Elles regroupent toutes les eaux provenant d'un mélange d'écoulements souterrains et des eaux de pluie qui coulent ou qui demeurent à la surface du sol. Elles comprennent les eaux des grands cours d'eau, des étangs et des lacs ainsi que des petits ruisseaux alimentés par des sources et qui captent eaux de ruissellement des bassins versants. Les ruissellements de surface constituent la cause essentielle de la turbidité et de la teneur en matières organiques (MDDEP, 2012), des débris d'origine végétale ou animale ainsi que des microorganismes pathogènes des eaux de surface, c'est ainsi que les eaux de surface font plus objets des pollutions physico-chimiques et microbiennes.

Ces eaux superficielles doivent subir un traitement en plusieurs étapes pour être utilisées pour la boisson et les usages domestiques. Elles ne peuvent être utilisées sans traitement. Enfin, pour envisager d'alimenter des populations à partir d'eaux de surface, il faut éviter les conditions favorisant l'érosion des sols, les conditions non hygiéniques et les pollutions accidentelles et chroniques (Molinie, 2009).

1.1.3 Les eaux souterraines :

1.1.3.1 Définition de l'eau souterraine :

Les eaux souterraines regroupent l'ensemble des réserves d'eau qui se trouvent dans le sous-sol. L'eau est stockée dans des zones appelées aquifères, composées de roches poreuses et/ou fissurées. L'eau s'accumule alors dans tous les espaces vides de l'aquifère, et forme une nappe (fig 01). Les eaux souterraines se trouvent habituellement à l'abri des sources de pollution, elles sont enfouies dans le sol. Elles constituent un réservoir naturel à long terme pour le cycle

de l'eau, comparé aux réservoirs naturels que sont l'atmosphère ou l'eau de surface. Elles sont toutes les eaux se trouvant sous la surface du sol, dans la zone de saturation et en contact direct avec le sol ou le sous-sol. Les stocks disponibles en eau naturelle se composent des eaux souterraines, alimentées par les eaux de surface et les eaux de mer.

L'eau souterraine est l'eau qui existe dans les pores, les fissures des roches et dans les sédiments sous la terre (Afri et al. 2020).



Figure 01: Représentation de l'écoulement des eaux souterraines

1.1.3.2 Caractéristiques des eaux souterraines :

Les principales caractéristiques des eaux souterraines sont :

- ✓ Contamination bactérienne faible,
- ✓ Turbidité faible;
- ✓ Température constant;
- ✓ Indice de couleur faible;
- ✓ Débit constant;
- ✓ Dureté souvent élevée;
- ✓ Concentration élevée de fer et de manganèse.

1.1.3.3 Types d'eaux souterraines

a. Nappe phréatique :

La nappe phréatique est une nappe d'eau que l'on rencontre à faible profondeur. Elle alimente traditionnellement les puits et les sources en eau potable.

b. Les eaux de source :

Les eaux de source sont comme les eaux minérales naturelles, exclusivement d'origine souterraine, microbiologiquement saines, préservées de la pollution d'origine humaine, et aptes à la consommation humaine sans traitement ni adjonction. Contrairement aux eaux minérales naturelles, leur composition n'est pas systématiquement stable. Les eaux de sources répondent aux mêmes critères de potabilité que l'eau du robinet (Djouima, 2020).

c. Forage :

Le forage est une technique ou opération permettant le creusement de trous généralement verticaux. L'eau du forage est purifiée par un long parcours à travers le sol, les possibilités de pollution sont donc réduites, et surtout si l'extraction de l'eau se fait au moyen de pompe. Raison pour laquelle l'eau de forage est en général la meilleure pour la consommation humaine (Afriet al. 2020).

d. Puits :

On appelle puits de surface un puits qui s'approvisionne directement dans la nappe phréatique. Le pompage dans un puits de surface a pour effet de former autour du puits un cône de dépression. Un excès de pompage abaissera le niveau phréatique et pourra contribuer à assécher d'autres puits avoisinant (Afriet al. 2020).

e. Eaux minérales naturelles

Une eau minérale naturelle ne peut être que d'origine souterraine, et s'être constituée à l'abri de tout risque de pollution. Microbiologiquement saine dès l'origine, elle n'est perturbée par aucune contamination d'origine humaine. La principale caractéristique de l'eau minérale naturelle réside dans sa pureté originelle qui est une exigence de la réglementation. Les eaux minérales naturelles ont une composition physico-chimique stable qui peut leur permettre de se voir reconnaître des propriétés favorables à la santé humaine.

En résumé, l'eau minérale naturelle est définie réglementairement par trois critères majeurs: absence de tout traitement ou d'addition de produits chimiques, sa pureté originelle à la source et donc l'absence de tout polluant d'origine humaine et enfin une composition minérale définie, parfaitement stable et garantie (Djouimaa, 2020).

1.1.4 Les eaux de mer :

L'eau de mer est une solution complexe qui contient tous les éléments indispensables à la vie (calcium, silicium, carbone, azote, phosphore, oligo-éléments), des matières organiques (teneur comprise entre 0.5 et 2mg) et, naturellement à l'état dissous, les gaz présents dans l'atmosphère. L'eau de mer est faiblement alcaline. Son pH étant compris entre 7.5 et 8.4. La caractéristique la plus importante des eaux de mer est leur salinité c'est-à-dire leur teneur globale en sels (chlorures de sodium et de magnésium, sulfates, carbonates)(tab. 01).

La salinité moyenne des eaux des mers et océans est de 35 g/L. Cette salinité peut être différente dans le cas de mers fermées (Zouag et Belhadj, 2017).

Tableau 01 : Concentrations des différents ions d'une eau de mer

Type d'ions	Salinité	Quantité totale de matières en solution (%)
Anions		
Chlorures	18.89	55.04
Sulfates	2.65	7.68
Bicarbonates	0.14	0.41
Bromures	0.065	0.19
Fluorures	0.0013	0.00
Acide borique	0.0260	0.07
Cation		
Sodium	10.56	30.61
Magnésium	1.27	3.69
Potassium	0.38	1.10
Strontium	0.013	0.04

1.2 L'eau traitée :

Le traitement de l'eau implique des modifications physiques, chimiques et biologiques qui transforment les eaux brutes en eaux potables répondant aux normes de qualité. Le traitement dans chaque cas spécifique doit dépendre de la qualité et de la nature de l'eau brute. Il existe une relation directe entre le caractère et le degré de pollution de l'eau brute, le type et l'efficacité des procédés de traitement de l'eau et le caractère et la qualité de l'eau traitée produite(Hassanien, 2004).

1.3 L'eau potable :

Est une eau de boisson saine ne présente aucun risque notable pour la santé d'une personne qui la consommerait sur toute la durée de sa vie, compte tenu des variations de sensibilité éventuelles entre les différents stades de la vie

Les normes de mise en distribution de l'eau propre à la consommation en Algérie sont draconiennes et ce sont renforcées avec le décret exécutif paru sur le journal officiel n°09-414 du 15 décembre 2009 fixant les points de contrôle , la nature, la périodicité et les méthodes d'analyses de l'eau de consommation humaine(OMS, 2004).

Le manque d'accès à l'eau potable et à l'assainissement contribue à la morbidité et à la mortalité diarrhéique dans les pays en développement (Garret et al. 2008).

2. Structure et propriétés de l'eau

2.1. Structure de l'eau :

L'eau existe sous trois états : solide, liquide et gazeux. Elle est solide quand la température est inférieure à 0°C, liquide entre 0°C et 100°C, et gaz quand la température est supérieure à 100 °C. Ces trois phases coexistent dans la nature (fig. 02), toujours observables deux à deux, et plus ou moins en équilibre : eau glace, eau- vapeur, glace- vapeur selon les conditions de température et dépression. (Messikh et Guerraichi, 2020)

a. État gazeux : C'est de l'eau qui n'est pas visible à l'œil nu. Il y en a partout dans l'air que l'on respire. Les molécules d'eau sont désordonnées et très espacées les unes des autres.

b. État liquide: L'eau est un corps continu, sans rigidité, qui coule facilement, remplit tous les interstices, puis s'étale en surface. C'est l'eau des rivières, de l'océan, du robinet, même des nuages. Les molécules d'eau sont un peu dans tous les sens, mais assez proches les unes des autres.

c. État solide: Les molécules d'eau sont parfaitement organisées de façon à former quelque chose de dure et solide.C'est la glace, le verglas...

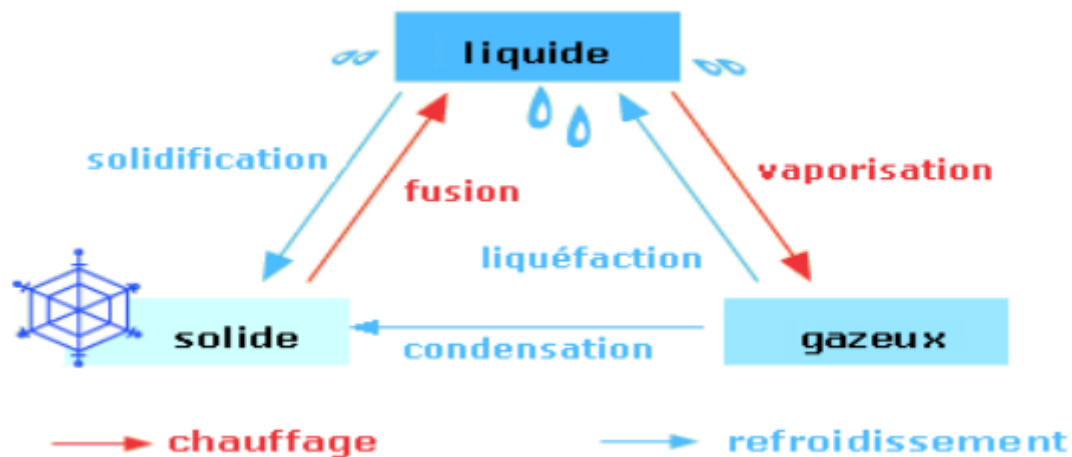


Figure 02 : Transformation physique de l'eau

2.2 Les propriétés chimiques :

L'eau de par ses propriétés électriques et de par sa constitution moléculaire ; est particulièrement apte à la mise en solution de nombreux corps gazeux, liquide polaires et surtout solide ; la solvation (ou action hydratante de l'eau) est le résultat d'une combinaison complète ou partielle de divers liens électrostatiques entre les atomes et les molécules du corps à dissoudre. En effet, les nouveaux liens avec les molécules d'eau forment de nouvelles structures : il se produit une véritable réaction chimique. Une solvation complète est une dissolution (Kouidri, 2006).

De plus la dissolution des gaz dans l'eau permet par exemple aux organismes vivants de respirer puisque ils vont pouvoir extraire l'oxygène dissous (André, 2004).

La solvation est le phénomène physico-chimique initialement à l'état solide (sous forme de cristal ou bien amorphe) dans un solvant ; les atomes, ions ou molécules du solvant réussissent à rompre les liaisons dans le solide : soit par réaction chimique ; soit en affaiblissant suffisamment les liaisons (Kouidri, 2006).

2.3 Les propriétés biologiques :

L'eau ; l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants ; il existe un cycle biologique ; cycle au cours duquel s'effectue une série d'échanges. L'eau entre pour une grande part dans la constitution des êtres vivants. Pour l'être humain ; on cite les pourcentages suivants (Kouidri, 2006) :

-nouveau-né.....66 à 74 % ,

-adulte58 à 67 %

2.4 Propriétés physiques :

✓ Température (T°C) :

La température de l'eau joue un rôle important dans un écosystème aquatique, elle joue un rôle dans la migration, la croissance, l'incubation des œufs ainsi que le métabolisme des organismes aquatiques, elle influe aussi la concentration de l'oxygène dissout et la détermination du pH (Kelly et Green, 1997). Elle conditionne de ce faite la totalité des espèces et des communautés des êtres vivant dans la biosphère

✓ Le pH :

Le pH ou le potentiel d'hydrogène est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène (H⁺), il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique. Il n'a pas de la signification hygiénique mais il représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous

✓ Matières en suspension (MES) :

Ce paramètre englobe tous les éléments en suspension dans l'eau, dont l'origine peut être minérale ou organique. A ces composés s'ajoute les micro-organismes tels que les bactéries, planctons, algues et virus. Elles sont responsables de la turbidité et de la couleur.

3. Types de pollution des eaux :

Les différents types de pollution des eaux sont:

- a) **La pollution biologique** : ce type de pollution est souvent le fait des rejets d'eaux d'égouts domestiques et de la présence de matières fécales dans la nature. De nombreux micro-organismes vivants naturellement dans l'intestin de l'homme et des animaux peuvent survivre assez longtemps dans l'eau. Toutefois, l'eau peut abriter des bactéries, des mycètes, des protozoaires, des virus, etc. (Regnault, 1990).
- b) **La pollution physique** : c'est une pollution qui est due à la présence de matière en suspension parfois de colloïdes. Elle se traduit par un trouble ou une coloration plus ou moins prononcée (Leroy, 1999)
- c) **La pollution chimique** : elle est due à des substances en solution. Elle se traduit par un changement de saveur (eau salée ou saumâtre) parfois par l'apparition d'un caractère toxique lorsque le corps dissout est un poison (Leroy, 1999)

4. L'eau siège de vie microbienne :

4.1 Qu'est-ce qu'un microbe ?

Microbe est synonyme de microorganismes certain d'entre eux sont pathogènes ils sont relativement peu nombreux par rapport à la population microbienne totale mais peuvent être responsable de graves maladies hydriques, parmi eux on trouve soit des pathogènes opportunistes, soit des parasites strictes pour lesquels l'eau n'est qu'un moyen de transport d'autres peuvent au contraire jouer un rôle utile : producteurs primaires ou décomposeurs de la matière organique (Degrémont, 2005).

4.2 Structures de la cellule bactérienne :

La cellule bactérienne contient de l'acide désoxyribonucléique (ADN) qui est le support de l'information génétique c'est le principal constituant des gènes. Alignés en filaments appelé chromosomes (Fig. 03), toutefois il existe une différence essentielle avec les autres êtres vivants.

Chez tous les végétaux et les animaux les cellules comprennent plusieurs chromosomes assemblés par paires (46 chez l'homme ou 23 paires) ils sont groupés dans un noyau individualisé séparé du cytoplasme par une membrane nucléaire de tels organismes sont appelés eucaryotes.

Chez les bactéries, en revanche l'essentiel du matériel génétique forme un chromosome unique (le chromosome bactérien) dont les deux extrémités se rejoignent (ADN circulaire) et qui est nu aucune membrane ne l'isolant du cytoplasme ; on dit que les bactéries sont des procaryotes. On trouve aussi de l'ADN circulaire sur de petites structures indépendantes du chromosome (Degrémont, 2005).

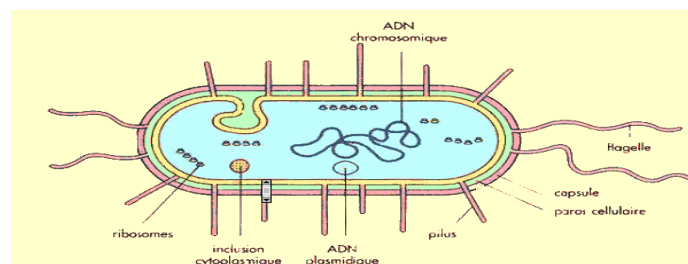


Figure 3 : Structure de la cellule bactérienne (Hart et Shears, 1997)

4.3 Pourquoi l'étude de bactérie dans l'eau ?

La microbiologie de l'eau, c'est-à dire l'étude des microorganismes que l'on peut trouver dans l'eau, intéresse l'ingénieur dans la mesure où la présence de ces microorganismes provoque des modifications dans les possibilités d'utilisation de cette eau, en vue d'un usage déterminé. Les variations de la qualité microbiologique ont une influence particulièrement importante sur les usages sanitaires de l'eau, les microorganismes que l'on trouve dans l'eau ont des origines très variées : certains peuvent être d'habitat essentiellement hydrique ; la plupart proviennent du sol (entraînés par ruissellement), des végétaux et animaux, vivant ou non dans le milieu aquatique, et enfin de l'homme. La présence de bactéries, ou de certaines espèces de bactéries, peut également constituer une nuisance redoutable dans l'utilisation non sanitaire de l'eau (Landreau et Sauter, 1983).

4.4 Relation bactéries, milieu et environnement :

Les bactéries ne vivent que dans des milieux répondant à certaines caractéristiques : pH, salinité, potentiel d'oxydoréduction, température, le potentiel d'oxydoréduction favorable est assez variable suivant que les bactéries travaillent en aérobie ou en anaérobie. Ces conditions sont en relation étroite avec la composition du mélange enzymatique sécrété par la bactérie (Degrémont, 2005).

Leur vitesse de reproduction est fonction de la vitesse des matières nutritives au travers de la membrane cytoplasmique. Cette vitesse va donc dépendre :

- de la concentration en matières nutritives du milieu,
- de la température (dont dépend la vitesse de diffusion du substrat),
- du rapport (surface/ volume).

5. Qualité des eaux potables :

La détermination de la qualité de l'eau a été adoptée comme l'un des principaux critères d'établissement de l'utilisation de l'eau, car ces normes visent avant tout la sécurité de la population de consommateurs. Cela est dû au fait que la qualité de l'eau n'est pas nécessairement un état de pureté, mais est configurée par ses caractéristiques chimiques, physiologiques et biologiques (Merten et Minella, 2002). Les études qui comprennent la surveillance des écosystèmes aquatiques sont essentielles à l'accumulation d'informations et

de connaissances sur la qualité des plans d'eau. Comprendre l'importance de la qualité de l'eau pour la vie humaine est fondamentale et impose la nécessité de transférer des données et des informations au public, sur la façon de tirer parti de cette ressource naturelle et de la conserver dans le but d'obtenir la durabilité (Muniz et al. 2006).

5.1. Comment évaluer la qualité de l'eau ?

Une première démarche a été proposée dès 1990 par Chapman pour évaluer l'effet des contaminants en mélange dans les sédiments. La triade proposée par cet auteur (analyses chimiques pour mesurer la contamination, bio essais pour évaluer la toxicité, études in situ pour mesurer les effets biologiques) reste à la base de l'évaluation de la qualité des sédiments. Cette approche a bénéficié de l'avancement des connaissances dans les différents domaines de compétence (Chapman, 2000). Des développements récents, menés sous l'égide d'environnement Canada et de l'université de Metz, permettent d'intégrer dans la triade des outils écotoxicologiques plus sensibles, fiables ; et rapides pour améliorer les stratégies de gestion des sédiments contaminés (Bombardier, 2007).

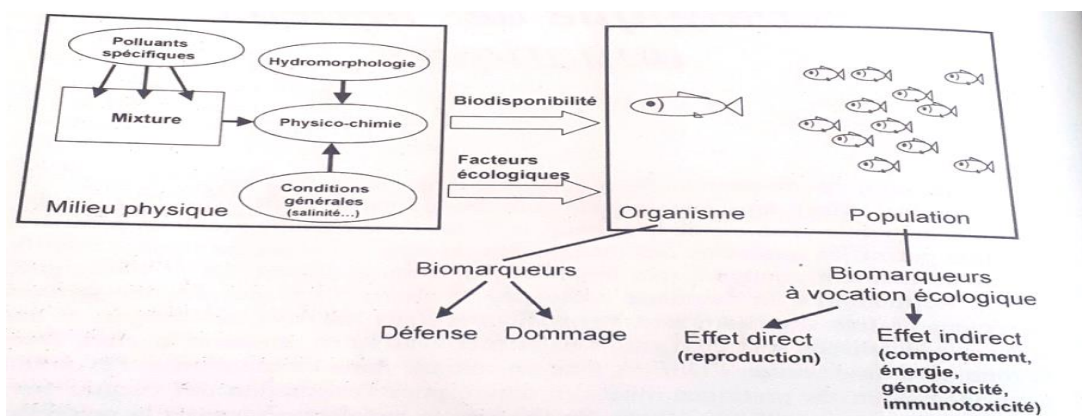


Figure 4 : Méthodes et technique pour l'évaluation de la qualité des milieux aquatiques.

5.2 Les paramètres de la qualité d'eau :

Les paramètres de la qualité de l'eau sont classés dans le tableau 02, il existe trois groupes :

- Paramètres organoleptiques
- Paramètres physico chimiques
- Paramètres microbiologiques

Dans cette partie, ne seront décrits en détail que les paramètres auxquels nous nous sommes intéressés dans la présente étude, à savoir les paramètres microbiologiques (les coliformes, les streptocoques, *escherichia coli*, les spores).

Tableau 02 : Classification des paramètres qui contrôlent la qualité de l'eau.

Paramètres	Exemples
4 organoleptiques	Couleur, turbidité, odeur, saveur.
15 physico-chimiques liés à la structure naturelle des eaux	Température, pH, chlorures, sulfates, magnésium, sodium, potassium, etc.
24 substances indésirables	Nitrates, nitrites, hydrocarbures, détergents, phénols, fer, manganèse, fluor, argent...
13 substances toxiques	Arsenic, cadmium, mercure, chrome,....
Pesticides	Aldrine, dieldrine, hexa chlorobenzène...
8 microbiologiques	Coliformes, streptocoques, salmonelles, entérovirus, staphylocoques, bactériophages fécaux...

5.2.1 Les paramètres organoleptiques :

Les paramètres organoleptique désignent la couleur, la saveur ; la turbidité, (c'est-à-dire la transparence) et l'odeur de l'eau. Ce sont des paramètres de confort plutôt que d'hygiène. Ainsi, l'eau distribuée au robinet du consommateur doit être agréable à boire ; claire fraîche et sans odeur (Ayachi et Yamoun, 2019).

5.2.2 Paramètres physico-chimique :

Les préoccupations sanitaires associées aux constituants chimiques de l'eau de boisson sont de nature différente de celles suscitées par la contamination microbienne ou encore organoleptique, et résultent principalement de la capacité de ces constituants chimiques à provoquer des effets nocifs pour la santé à l'issue de durées d'exposition prolongées. Il existe peu de constituants chimiques de l'eau susceptibles d'entraîner des problèmes de santé après une exposition unique, sauf en cas de contamination accidentelle massive d'un approvisionnement en eau de boisson. En outre, l'expérience montre que, dans une forte proportion des cas d'incidents de ce type, l'eau devient imbuvable en raison d'un goût, d'une odeur ou d'un aspect inacceptables. Parmi les paramètres physico-chimiques nécessitant une surveillance dans les eaux destinées à la consommation humaine et pris en considération dans le présent travail : le pH, la conductivité électrique, les teneurs en chlore, en nitrites et en ammonium (Gaujour, 1995).

5.2.3 Paramètres microbiologique :

La vérification de la qualité microbiologique de l'eau de boisson comprend la recherche d'*Escherichia coli* en tant qu'indicateur de pollution fécale. La présence d'*E. coli* apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente et ce micro-organisme doit être totalement absent de l'eau de boisson. Dans la pratique, la recherche de bactéries coliformes thermo-tolérantes est souvent une solution de remplacement acceptable. *E. coli* constitue un indicateur utile, mais non universel. Les virus entériques et les protozoaires sont plus résistants à la désinfection. En conséquence, l'absence d'*E. coli* n'indique pas nécessairement que l'eau est exempte de ces organismes. Dans certaines situations, il peut être souhaitable de rechercher davantage de micro-organismes résistants, tels que des bactériophages et/ou des spores bactériennes. Il s'agit notamment des cas où l'on utilise une eau de source dont la contamination par des virus ou par des parasites entériques est connue ou de ceux où la communauté est fortement touchée par une maladie virale ou parasitique (OMS, 2004).

On cite parmi ces bactéries :

a. Les coliformes fécaux (thermo tolérants) : On parle aussi des Coliformes thermo tolérants, capables de fermenter le lactose à une température de 44°C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (fig.05), principale bactérie de contamination fécale. Bien que la présence de coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale, provenant plutôt d'eaux enrichies en matière organique. (Soudani, 2016).

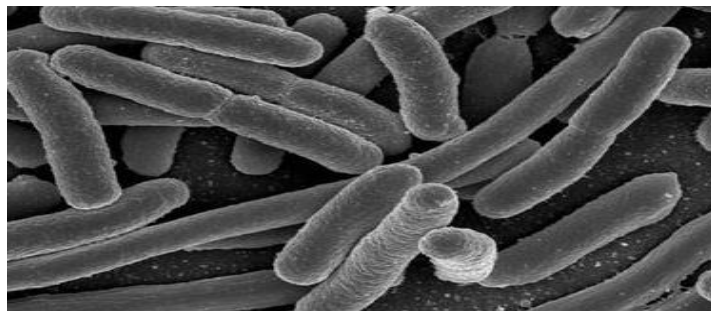


Figure 05 : Vue microscopique des coliformes fécaux

b. Les coliformes totaux (CT) :

Les coliformes totaux sont des indicateurs d'une contamination fécale. Ils sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives Gram négatif, non sporulés (fig.06) ; ils sont capables de croître en présence de sels

biliaires. Les coliformes totaux possèdent la β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges sur un milieu gélosé. Les coliformes totaux croissent en aérobiose à 37°C en milieu liquide bilié lactose au vert brillant en produisant d'acide et de gaz en 48h. Les plus redoutables d'entre eux sont les salmonelles, responsables de la fièvre typhoïde et le vibrion cholérique responsable du choléra (Soudani, 2016).



Figure 06 : Vue microscopique des coliformes totaux (CT)

c. *Escherichia coli* :

L'espace *E-coli* (fig. 07) est subdivisé en sérotypes, sur la base des antigènes O (171), des antigènes K(80) et des antigènes H(56). C'est un hôte commun de l'intestin de l'homme et des animaux et il est recherché à ce titre, comme germe témoin de contamination fécale dans l'eau et les aliments. À l'intérieur de l'espace des pathotypes, souvent associés à des sérotypes particuliers et responsables d'infections intestinales. (Gastro-entérites et diarrhées) ; leur pouvoir pathogène est induit par des facteurs d'adhésion et/ou la production d'entérotoxines, Sans être parfait, *E. Coli* reste à ce jour le meilleur indicateur microbien d'usage courant pour signaler les risques sanitaires associés à la consommation de l'eau des réseaux de distribution (Soudani, 2016).

En raison des incertitudes associées aux données numériques, les organismes de réglementation ont de plus en plus tendance à fonder les contrôles de conformité sur le concept de présence-absence.(Washington State Department of Health, 2012).



Figure 07 : Vue microscopique d'*Escherichia coli*

d. Streptocoques fécaux :

Ce sont des bactéries de forme sphérique au coccoïde, Gram+ (fig. 08), disposées en pair ou en chaînette, dépourvues de catalase, capables de croître à 37 °C en 48h; elles font partie de la flore intestinale normale humaine ou d'autres animaux à sang chaud. Ces bactéries constituent un indice de contamination ancienne, capables d'hydrolyser l'esculine en présence de bile



Figure 08 : Vue microscopique des streptocoques fécaux

e. Clostridium sulfito-réducteurs :

Les clostridiiums sulfito-réducteurs sont des germes anaérobies stricts, sous formes de bâtonnet, sporulant (Fig. 09) ; d'origine tellurique et très résistants aux traitements de désinfection, ils constituent un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (Soudani, 2016).

Leur présence dans l'eau, en l'absence de germes fécaux, peut être interprétée comme un défaut de protection de la nappe contre la présence d'une flore bactérienne étrangère. Du fait de leur similitude de comportement avec les parasites, les spores constituent un bon indicateur pour ces micro-organismes. En outre, ces formes résistent à la chloration. Ceci explique que

pour ce paramètre particulier, ce ne sont pas des bactéries elles-mêmes mais leurs spores qui sont recherchées (Squinazi, 2017).

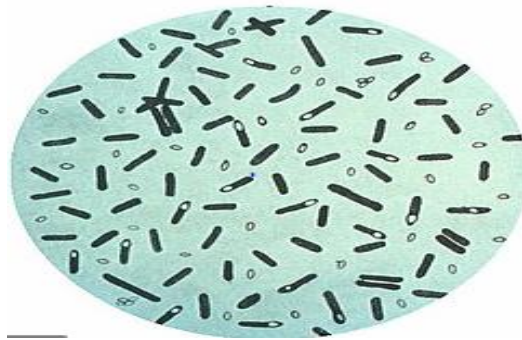


Figure 09: Vue microscopique Clostridium sulfito-réducteurs

6. Les normes de la potabilité de l'eau :

Un paramètre est un élément dont on va rechercher la présence et la quantité. La norme est présentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser, ou une limite inférieure à respecter, un critère donné est rempli, lorsque la norme est respectée, pour un paramètre donné. Un paramètre ne devient un critère qu'à partir du moment où il est choisi pour établir une norme.

Les normes de la qualité de l'eau portent généralement soit sur les caractéristiques de l'eau réceptrice, soit sur celles de l'effluent déchargé. Les normes de la qualité de l'eau réceptrice sont établies en fonction de critères de dilution tenant compte du seuil toxique du polluant, ou en fonction d'exigences particulières établies pour le milieu récepteur (Vandevenne, 1982).

Quand les normes portent sur l'effluent, elles sont établies sur la base de la concentration en polluant qui peut être déversé ou en fonction du degré de traitement requis.

Les normes de qualité d'une eau réceptrice relèvent généralement d'une classification, elle-même établie en fonction des usages de l'eau prévus (Vandevenne, 1982).

Globalement, la qualité de l'eau de boisson doit obéir à des normes définies par une réglementation nationale. Il peut en résulter, pour un pays ou une région donnée, des dispositions réglementaires différentes de la qualité de l'eau, par rapport aux normes internationales (OMS, 1994).

Les critères de la qualité et les traitements requis pour atteindre la qualité d'eau souhaitée y sont également mentionnés dans le tableau 03 (Vandevenne, 1982).

Tableau 03 : Critères de la qualité d'eau selon la classe du cours d'eau

Classe	Emploi	Critère de qualité	Traitement nécessaire
A	Potabilisation et zone de loisirs	Bactéries coliformes, couleur, turbidité, PH, oxygène dissous, matières toxiques produit chimiques, générateurs de goûts et d'odeurs, température.	Traitement secondaire (tertiaire dans quelques cas selon les normes) plus désinfection.
B	Vie aquatique, zone de loisirs et de baignade.	Bactéries coliformes, PH, oxygène dissous, matières toxique, couleur et turbidité (au fort niveau), température	Traitement secondaire plus désinfection.
C	Industrie, agriculture, navigation, vie aquatique.	Oxygène dissous, PH, matières flottantes et décantables.	Traitement primaire et dans quelques cas secondaire.
D	Navigation, eau de refroidissement, etc.	Absence de nuisances, matières flottants, PH.	Traitement primaire.

6.1 Normes Algériennes :

En Algérie, il existe des réglementations locales pour la qualité de l'eau de boisson en citant le journal Officiel de la République Algérienne qui représente les différents paramètres physico-chimique et bactériologique de la qualité de l'eau de consommation humaine avec des valeurs limites (JORA, 2011).

Normes selon l'OMS :

L'OMS établit, pour chaque paramètre, des recommandations qui peuvent être adaptées dans chaque pays, en fonction de l'état sanitaire et conditions économiques, pour aboutir aux normes réglementaires nationales (OMS, 1994).

6.2 Les normes microbiologiques de qualité

Afin de définir régulièrement une eau potable, des normes ont été établies (Tab. 04) qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nuisibles et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne désigne donc pas qu'elle soit exempte de matières

polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur. Globalement, la qualité de l'eau de boisson doit obéir à des normes définies par une réglementation nationale.

Il peut en résulter, pour un pays ou une région donnée, des dispositions réglementaires différentes de la qualité de l'eau, par rapport aux normes internationales.

En Algérie, il existe une réglementation nationale pour la qualité de l'eau de boisson, notamment le Décret exécutif n°11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine. Par ailleurs, plusieurs normes existent à l'échelle internationale, en particulier celle de l'OMS. Les normes nationales (JORA, 2014) et internationales (OMS, 2017) relatives à la qualité microbiologique des eaux destinées à la consommation humaine sont récapitulées dans le tableau 04 (Boudefa, 2019).

Tableau 04: Normes nationales et internationales de la qualité microbiologique des eaux potables.

Paramètres	OMS (2017)	JORA (2015)
Coliformes totaux	0 UFC /100 ml	0 UFC /100 ml
Coliformes fécaux (<i>E. coli</i>)	0 UFC /100 ml	0 UFC / 100 ml
Streptocoques fécaux	0 UFC /100 ml	0 UFC/ 100 ml
Clostridium sulfite réducteurs	0 SP / 20 ml	0 SP / 20 ml

7. La chloration :

La chloration est un des moyens utilisables pour fournir une eau de qualité aux usagers, mais elle ne constitue qu'un des maillons de la chaîne de potabilisation, elle ne doit donc pas être isolée des autres mesures d'hygiène publique (Cahier de chloration, 1996).

7.1. Les systèmes de chloration :

7.1.1. Chloration manuelle

✓ Galets de chlore

Utilisés avec des concentrations suffisantes pour un volume d'eau donné, donc on met le nombre de galets nécessaires pour la désinfection d'un puits pendant une durée de 1 mois.

✓ Ajout d'eau de javel

Dans un réservoir ou une bêche à eau destinée à l'approvisionnement en eau potable ; on incorpore un volume d'eau de javel. Cette méthode est à éviter, car elle ne respecte ni le temps de contact du désinfectant dans l'eau ; ni le volume d'eau variable suivant le débit d'arrivée de l'eau

✓ Pots chlorateurs :

Le système est constitué d'un double pot, à l'intérieur duquel on introduit de l'hypochlorite de calcium, du sable pour lester et de l'hexamétaphosphate de sodium pour éviter la prise en masse de l'ensemble. Le principe est basé sur la diffusion lente de l'acide hypochloreux au travers de ce double pot.

7.1.2. Chloration automatique**a. Chlorateurs à la pompe :**

Il s'agit de mettre au point un équipement qui puisse être aisément placé sur une pompe manuelle d'hydraulique villageoise (du type de celle utilisées en Afrique) et pouvant chlorer L'eau proportionnellement au volume pompé par la pompe.(Cahier de chloration, 1996)

b. Chloration par pomper doseuses :

L'idée de départ était d'intercaler entre la batterie et le matériel d'injection (pompe doseuse), un élément permettant d'économiser et de régulariser l'énergie, mais aussi le diffuser le chlore proportionnellement au débit d'eau.

7.2. L'intérêt de l'utilisation de chlore :

- Le Cl et ses dérivés sont de bons désinfectants
- Le Cl a un pouvoir rémanent contrairement aux autres désinfectants
- Contrôle des odeurs et des goûts
- Prévention dans la croissance des algues
- Elimination du fer et du manganèse
- Destruction de l'acide sulfurique
- Elimination des colorants organiques
- Amélioration de la coagulation par silice. (Cahier de chloration, 1996)

Chapitre 02 :

Matériel et Méthodes

1. Présentation de l'établissement d'accueil :

1.1. Présentation de la société de l'eau et de l'assainissement de Constantine (SEACO) :

La Société de l'Eau et de l'Assainissement de Constantine, Spa SEACO, est une société par actions, créée par l'Algérienne des Eaux, (ADE), et l'Office National de l'Assainissement, (ONA). Elle assure la gestion des services publics de l'eau et de l'assainissement des 12 communes de la wilaya de Constantine. Cette gestion est basée sur un partenariat original qui s'appuie sur un management entre la SEACO et la société des Eau de Marseille (SEM). Via ses activités, la SEACO s'est fixé les objectifs suivants :

- Dotation d'une organisation moderne et adéquate.
- Distribution de l'eau potable en continu 24 heures sur 24.
- Formation et transfert de savoir-faire.
- Gestion efficace du patrimoine.
- Une bonne qualité de service.
- Gestion efficace de la clientèle.
- Qualité et rapidité des travaux.
- Qualité de l'eau.

1.2 Organisation :

La SEACO est constituée de plusieurs directions qui sont :

- Direction Générale. (DG)
- Direction Exploitation Eau et Travaux. (DEET)
- Direction Clientèle. (DC)
- Direction Etude et Projets. (DEP)
- Direction Finance et Comptabilité. (DFC)
- Direction Achats et Logistique. (DAL)
- Direction Technique. (DT)
- Direction Ressources Humaines et Formation. (DRHF)
- Direction Communication. (DC)

1.3 Présentation de la Direction Exploitation Eau et Travaux (DEET) :

La DEET est organisée en cinq départements centralisés : Production, Distribution, Travaux, Qualité, Administration et Moyens, avec cinq zones opérationnelles réparties sur le territoire de la wilaya de Constantine :

- Zone d'exploitation en eau de Hamma Bouziane,
- Zone d'exploitation en eau de Sidi Mabrouk,
- Zone d'exploitation en eau de Bardo,
- Zone d'exploitation en eau de la nouvelle ville Ali Mendjeli,
- Zone d'exploitation en eau d'El Khroub,

La DEET assure au quotidien les missions suivantes :

- L'exploitation et l'entretien des forages des usines de traitement d'eau potable et des réservoirs,
- L'exploitation et l'entretien des adductions et des réseaux de distribution,
- Le contrôle de la qualité de l'eau potable en conformité avec la réglementation,
- La pose et la rénovation des branchements et des compteurs d'abonnés,
- La gestion patrimoniale des infrastructures et des réseaux (renouvellement des conduites, lutte contre les fuites, sécurisation des appareillages de réseau, cartographie).

1.4. Organigramme de département Qualité :

Le département qualité est une structure faisant partie de la Direction Exploitation Eau et Travaux (DEET) (Fig. 10) Le département a pour mission principale le contrôle de la qualité de l'eau de la ressource, à la production, à la distribution jusqu'au robinet du consommateur. Ainsi le département qualité gère trois services :

- ✓ Service traitement des données : assure le contrôle de terrain.
- ✓ Service d'analyse bactériologique : assure l'analyse bactériologique de l'eau.
- ✓ Service d'analyse physique-chimique : assure l'analyse physicochimique de l'eau.

a. Service traitement des données analytiques :

Ce service est chargé d'assurer le contrôle de terrain. Il s'occupe des analyses de terrain et coordonne les actions, établit les bilans du service, contrôle la qualité de l'eau sur le terrain, effectue des prélèvements d'échantillons et détecte les pollutions accidentelles. Le matériel dont dispose ce dernier est le suivant : un comparateur de chlore, un comparateur

d'ammonium, un comparateur de fer, un pH mètres, un conductimètre, un turbidimètre et un oxymétrie.

b. Service d'analyses physico-chimiques :

Ce service est chargé d'assurer l'analyse physico-chimique des eaux de toute la ressource, et de contrôler la désinfection. Il dispose du matériel suivant : pH mètre, conductimètre (mesure de conductivité, taux des sels dissous (TDS) et salinité), turbidimètre, spectrophotométrie (mesure de nitrate, nitrite, phosphate, sulfate), photométrie a flamme (mesure des teneurs en Ca, Na, Li).

c. Service d'analyses Bactériologiques :

Ce service est chargé d'assuré le contrôle de la qualité bactériologique de l'eau destinée aux consommateurs.

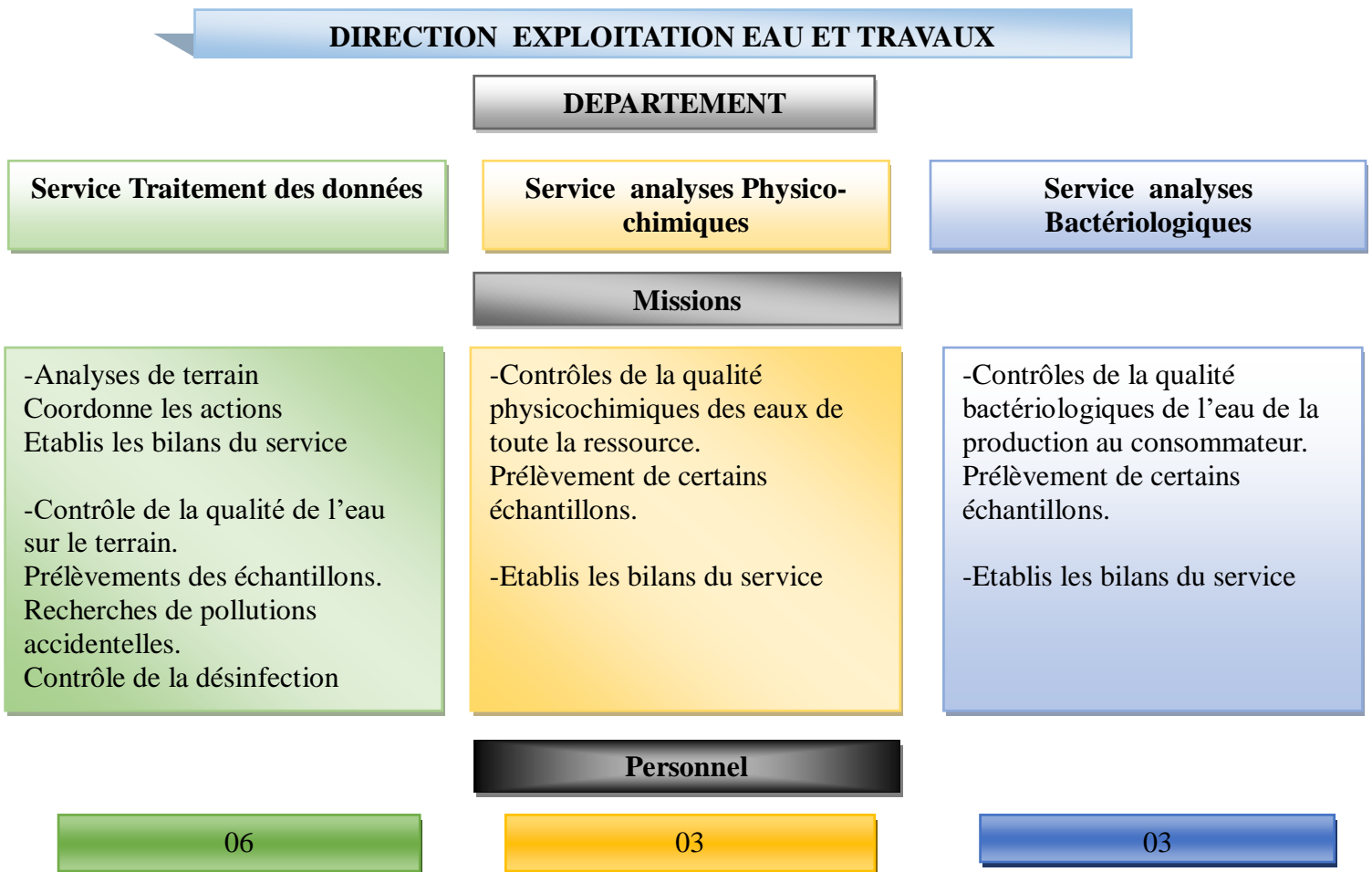


Figure 10 : Organigramme du département qualité

2. Les ressources d’approvisionnement en eau potable de la wilaya de Constantine :

Le Groupement Urbain de Constantine est composé de cinq communes, abritant 883882 habitants en 2015. Le volume d’approvisionnement en eau potable du Groupement a atteint 117 millions de m³ ; le volume facturé accuse, néanmoins, un déficit de 51% par rapport au volume d’eau distribué.

Les données statistiques de la SEACO (année 2015) montrent que le nombre de fuites d’eau a connu une baisse relative, résultat des opérations de réhabilitation des réseaux des centres urbains. En parallèle, le renforcement de la fourniture en eau, à partir du système de transfert du barrage Béni Haroun, s’est traduit par une augmentation de la durée moyenne de desserte en eau potable (18,3 heures par jour).

La répartition inégale dans l’approvisionnement en eau des agglomérations est imputable aussi bien aux disparités dans la disponibilité de la ressource qu’aux problèmes de gestion des infrastructures hydrauliques. Ces ressources représentent le tiers des apports en eau distribué sur le territoire de la wilaya. Ces ressources les plus importantes dans le constantinois sont : Saleh Bey, ben badis (1 et 2), Ain Skhoua, Ain Abid, Ibn Ziad, Boumerzoug, Ain Arko, puits Rhumel, El Bir. Au cours de cette étude, nous nous sommes intéressés tout particulièrement à la source de Saleh Bey.

3. Présentation de la source Saleh Bey :

3.1 Situation géographique :

La région d’étude est située au Nord-est Algérien, elle appartient au Tell. Elle est limitée par les coordonnées géographiques suivantes : latitude : 36°00’ à 36°35’N, longitude : 6°00’ à 7°00’E. Elle s’étend sur une superficie relativement importante (Fig. 11)

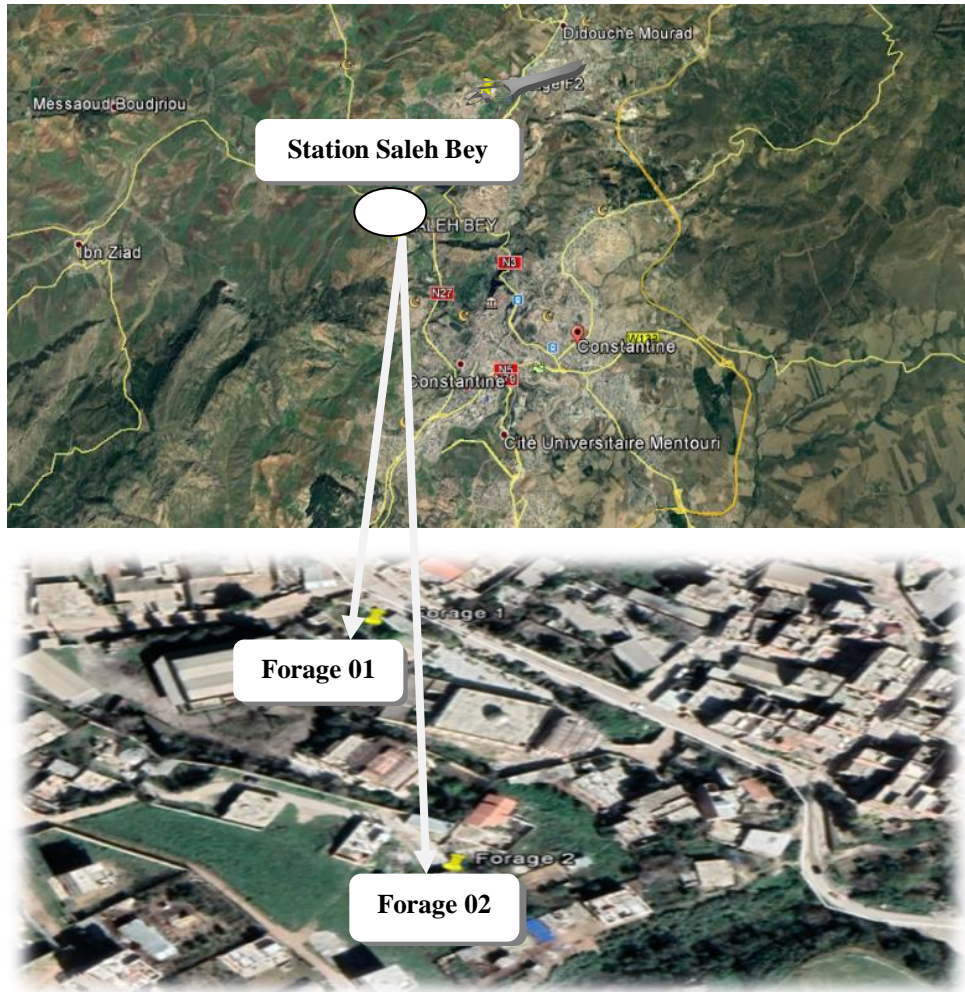


Figure 11: Carte de situation géographique de la source et les Forages le forage de Saleh Bey

3.2 Relief de la région d'étude :

Le relief de la région de Constantine est assez compliqué, c'est la conséquence de plusieurs phases tectonique. La présence de plusieurs nappes de charriage (nappe numidiennes, flysch massylien, nappe telliennes, nappe néritique) a un rôle assez important dans le façonnement de ce dernier (Bouedja, 2010).

3.3 Climat et végétation :

La région est soumise à un climat semi-aride, caractéristique de l'ensemble néritique, avec deux saisons bien définies. La première froide et humide débutant au mois de Décembre et allant jusqu'au mois de Mai. La deuxième saison chaude et sèche, commence dès la fin du mois de Mai jusqu'à la fin Novembre, La pluviométrie moyenne annuelle est de 500 mm. (Bouedja, 2010).

3.4. Hydrologie :

La région de Constantine est caractérisée par un réseau hydrographique relativement dense, (Fig. 12) dont la ville de Constantine elle-même est le point de confluence de deux principaux cours d'eau, Oued Bou Merzoug (de direction N-S en amont puis devient NW-SE en aval) et Oued Rhumel (direction varie le long de son parcours) et qui traverse les gorges de Constantine. Le ravinement intense de la région forme les affluents des deux Oueds, parmi ces affluents, on trouve Oueds Athmènia, Seguin, Ziad et Smendou qui convergent tous vers Oued Rhumel, et Oueds El Klab, Melah, Berda et Oued Hamimine qui affluent Oued Bou Merzoug. (Bouedja, 2010).

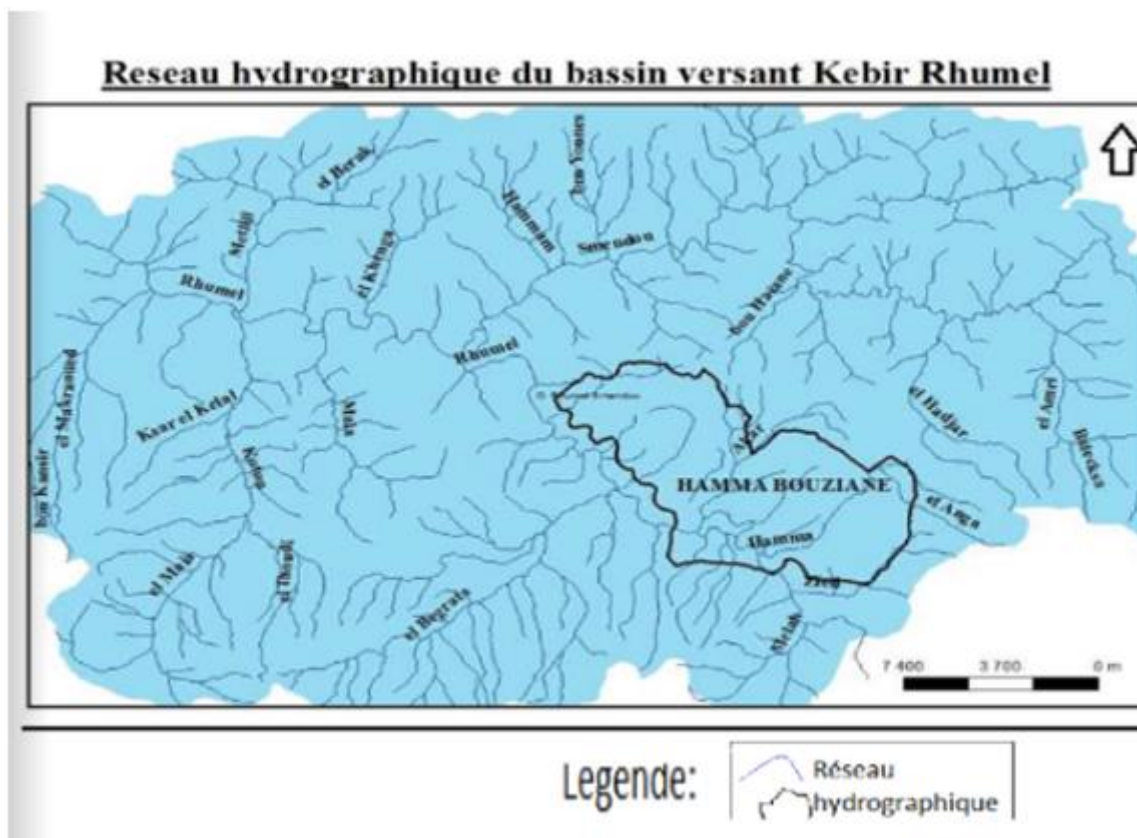


Figure 12 : Réseau hydrographique du bassin versant Kebir Rhumel

3.5. Habitat :

En générale l'habitat dans les campagnes se regroupe autour des points d'eau (sources ou puits) où les conditions de vie sont favorables, mais ce qui caractérise notre secteur c'est les grandes villes. Agglomérations principales (Laib, 2015)

4. Alimentation en eau

La source de Salah Bey est située à la pointe Nord du Chettabah, à l'Ouest de Constantine. Structuralement, cette zone correspond à l'intersection des anticlinaux SW-NE des massifs du Chettabah et des fractures qui les délimitent orthogonalement, responsable d'ailleurs de la remontée diapirique du Trias. Dans ce site, les sources émergent des travertins déposés sur la couverture néogène ; leurs eaux ont une température comprise entre 25 et 28°C (Djebbar,2004) avec une superficie de 300 m², sa mission principale est le pompage , cette source est captée par 2 forage (Fig. 14 et 15), l'ancien forge a un débit de 6,6-16,11 L/S avec un moteur de démarrage direct et le nouveau forage a un débit de 43L/S avec un moteur taille triangle, la production moyenne journalière et la capacité est estimée de 2800m³/j .

Afin d'assurer en alimentation en continue en eau potable de certaines communes localisées aux alentours de la source de Saleh Bey, des pompes immergées ont été installées et fonctionnent 24h/j, l'eau tirée de ces forages est de nature souterraine et, elle est pompée vers d'importantes Agglomérations sont : communes Ibn Ziad et Messaoud Boujriou (Fig. 13 et 16).

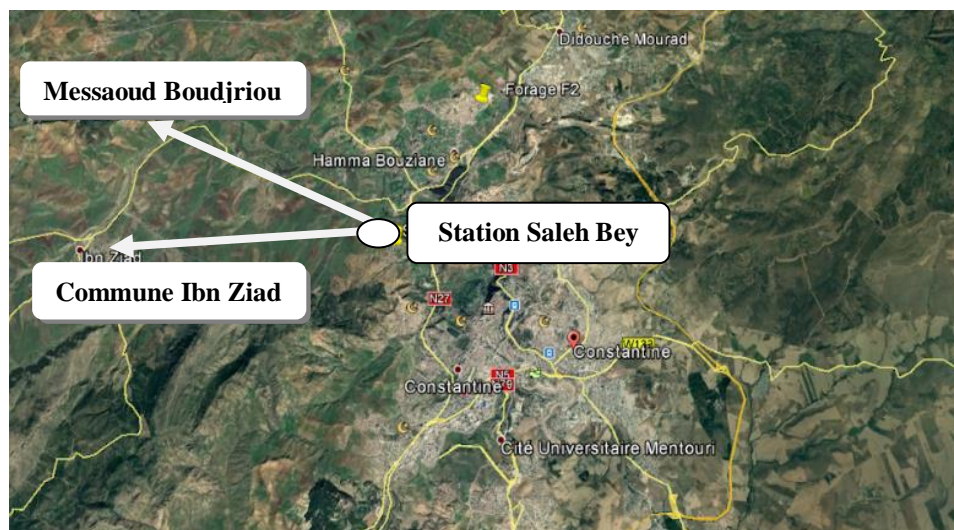


Figure 13: carte géographique des quartiers les plus importants de l'agglomération



Figure 14 : forage 2 (Nouveau)



Figure 15 : forage 1 (Ancien)

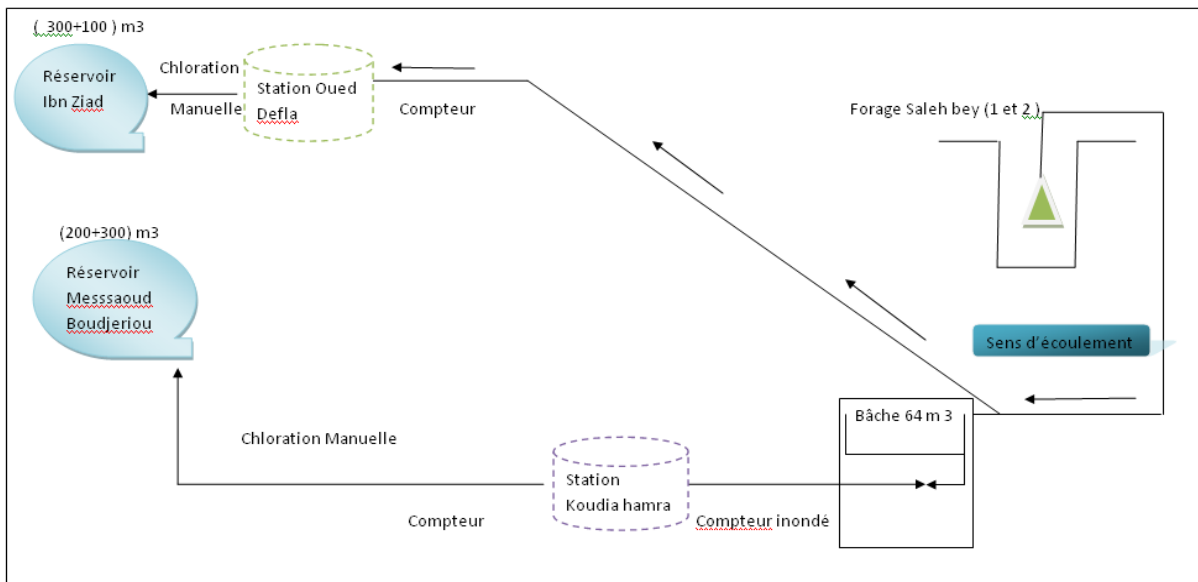


Figure 16: Schéma Synoptique de la chaine de production et distribution de l'eau du forage Saleh Bey

5. Lieu et durée de stage :

Le département qualité de la SEACO (le laboratoire inclus) se trouve au 13^{ème} kilomètre, à la station Berla, (Fig. 17) route d'Ain Smara.

Notre stage a durée 4 mois et il a été effectué au laboratoire de contrôle de la qualité bactériologique des eaux potables, au niveau de la Direction Exploitation Eau et travaux (DEET) durant la période allant du mois de Mars 2021 au mois de Juin 2021.



Figure 17 : Carte de localisation géographique de la station Berla

6. Echantillonnage et caractérisation des eaux du forage Salah Bey :

6.1. Calendrier d'échantillon :

Les prélèvements des eaux destinées à l'analyse bactériologique ont été effectués une fois par mois durant la période allant du mois de mars 2021 au mois de Juin 2021 en compagnie du personnel de la SEACO. Les prélèvements ont été effectués au niveau du bassin collecteur des 9 puits avant traitement (eau brute) et après traitement. En plus des eaux du forage, des prélèvements d'eau destinée à la consommation humaine ont été effectués au niveau des localités suivantes (Tableau 05).

Tableau 05 : Calendrier et lieu des prélèvements

La date	Adresse et lieu de prélèvement
16/03/2021	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Station Oued Defla ✓ Station Coudiat El Hamri ✓ Station Salah Bey ✓ Forage Salah Bey (Brute) ✓ Cité saleh bey Mr ; Saadi ✓ Cité saleh bey Mr ,benguellati ✓ CitésalehbeyMr ;kemouche ✓ CitésalehbeyMr ;kasseh ✓ Cité saleh bey Mr ;kahoul
20/04/2021	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Forage Salah Bey (Brute) ✓ Station De Pompage Salah Bey (traité) ✓ Station coudiatalhamri ✓ Station oueddefla
06/05/2021	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Station De Pompage Saleh Bey (traité) ✓ Station coudiatalhamri ✓ Station oueddefla ✓ Forage Salah Bey (Brute)
25/06/2021	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Station De Pompage Saleh Bey (traité) ✓ Station coudiatalhamri ✓ Station oueddefla ✓ Forage Salah Bey (Brute)

6.2. Procédure d'échantillon

Tout d'abord on a besoin des flacons stérilisés en verre pour la bactériologie, de volume 200ml. Les glacières utilisées sont des caisses isothermes, compartimentées, équipées D'accumulateurs de froid permettant de conserver les échantillons au frais, l'échantillonnage doit être effectué d'une manière correcte. Il faut qu'il soit représentatif et doit être considéré comme une phase préliminaire à l'analyse, Les échantillons sont recueillis dans des flacons en verre ayant été soumis au préalable à un nettoyage rigoureux avec le savon et rincés au moins trois fois de l'eau distillée pour éliminer tout résidu après il faut surtout stériliser les récipients en utilisant un autoclave avec thermostat à 121°C pendant 20mn. Notons que les échantillons destinés à l'analyse microbiologique, tout résidu pourrait affecter les résultats en inhibant ou en tuant les bactéries recherchées .avant de prélever l'échantillon d'eau destinée à l'analyse, avant de faire le prélèvement on ouvre le robinet et on laisse couler l'eau a un débit moyen pendant 2 à 3 mn pour évacuer tout dépôts, Veuillez à ne pas toucher le col et l'intérieur du bouchon avec les doigts. après on mets le flacon sous le robinet et on le Remplit de manière stérile sans faire déborder et laisser un volume d'air d'environ 1/10 du volume du flacon fin

de permettre le mélange de l'échantillon d'eau avant analyse finalement il faut Refermer rapidement les bouteilles numérotés, et les conserver dans la glacière à 4°C et transportées au laboratoire pour l'analyse, les échantillons pour bactériologie sont prélevés par un nombre de 12 par jours (Les flacons sont numérotés de 1 à 12), ils l'ont analysés le jour même , en effet les bactéries ne survivent pas bien dans l'eau en raison de divers facteurs.

6.3. Caractérisations microbiologiques des eaux de forage Salah Bey :

Les organismes pathogènes présent dans l'eau sont très nombreux et très variés et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une recherche spécifique. De plus leur identification est très difficile voire impossible dans le cas des virus car leur durée de vie peut être très courte.

-Pour ces différentes raisons, il est préalable de rechercher des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux à sang chaud, qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur

On parle alors des germes totaux, Coliformes fécaux, coliformes totaux, les Streptocoques fécaux, et les bactéries sulfito-réductrices.

Avant de procéder aux opérations analytiques, il est essentiel que toutes les dispositions soient prises, telles que l'homogénéisation au moment du dosage (Rodier et al. 2005)

Ne seront décrit en détail dans le présent chapitre que les méthodes utilisées pour les organismes pathogènes auxquels nous nous sommes intéressés dans cette étude, à savoir : les coliformes et *E. coli*, les streptocoques, et les bactéries sulfito-réductrices.

6.3.1. Recherche et dénombrement des coliformes Totaux et Coliformes fécaux :

Les coliformes se présentent sous forme de Bacilles Gram négatifs (BGN), non sporulés, oxydase négative, aéro-anaérobies facultatifs, capables de croître en présence de sels biliaries et capables de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz, en 24 à 48 heures à 37°C, La recherche et dénombrement des Coliformes nous renseignent sur le degré de contamination fécale. (Rodier et al. 1996)

Cette méthode sert à dénombrer les coliformes totaux par filtration sur membrane et s'applique aux eaux usées, aux eaux souterraines, à l'eau de surface et à l'eau de consommation, Et les coliformes fécaux

-La filtration sur membrane est la méthode la plus précise pour déterminer le nombre de bactéries indicatrices dans un échantillon d'eau, et est une méthode standard internationalement reconnue pour l'analyse de la qualité de l'eau. La méthode est rapide,

simple, normalisée mais nécessitant la disponibilité d'une rampe de filtration. , Tout d'abord, il faudrait stériliser un entonnoir à l'aide d'un bec bunsen. Le refroidir soit avec l'eau analyser ou bien avec de l'eau distillée stérile. Ensuite il faut Mettre en place de façon aseptique une membrane de 0,45 μ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile. Et finalement Fixer ce dernier avec la pince correspondante. Après filtration, les bactéries coincées sur le papier filtre sont placées dans une boîte de Pétri contenant de la gélose chromogène pour bactéries coliformes (CCA). Les boîtes de Pétri sont placées dans un incubateur à une température de (36 ± 2) °C pendant une durée de (21 ± 3) heures. Les étapes du processus de recherches d'*E. Coli* et des coliformes totaux sont récapitulés (Fig. 18)

Préalablement à la filtration, tout le matériel (verrerie, anse de pasteur, pipette de pasteur, pince, boîte de pétri, etc.) utilisé est stérilisé en utilisant un Bec-bunsen, bain-marie, four pasteur, autoclave. Notons aussi que l'opération de filtration et de transfert de la membrane poreuse sur papier filtre sont effectués devant un bec bunsen afin d'éviter toute sorte de contamination

Après incubation, les colonies bactériennes sont visibles à l'œil nu ou avec une loupe. La taille et la couleur des colonies dépendent du type de bactéries. Les colonies bactériennes sont dénombrées pour déterminer le nombre d'unités formatrices de colonies (CFU) par 100 ml

La coloration des colonies *E.coli* est bleu foncé a violette, et les coliformes sont rose a rouge.



Figure 18 : Processus de filtration et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.

6.3.2. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux :

Cette méthode consiste à détection de signal et le dénombrement des entérocoques intestinaux, ou encore streptocoque fécaux ou dans l'eau destinée à la consommation humaine. La recherche et le dénombrement des streptocoques au se fait par 2 test :

- le test présomptif sur le milieu Solide Slanetz
- le test confirmatif sur le milieu BEA

(Technique en milieu solide sur SLANETZ et BARTLEY) La recherche des streptocoques a été effectuée par filtration sur membrane poreuse, La technique est identique à celle de l'identification des coliformes et d'*E. coli*. La seule différence réside dans l'utilisation du milieu de culture slanetz et bartlely spécifique à ce type de bactéries. Ainsi, après la filtration, la membrane poreuse contenant les bactéries est placée dans une boîte de pétri contenant de la gélose slanetz et bartlely et incubée à une température de (37°C) pendant une durée de 48 heures. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures à 48 heures, les streptocoques fécaux apparaissent sous forme de petites colonies rouges, marron ou roses, lisses, légèrement

bombées. Etant donné le caractère sélectif de la gélose SLANETZ, ne pousseront théoriquement que les streptocoques fécaux et Le nombre de colonies trouvées sera exprimé dans 100 ml d'eau à analyser. La membrane contenant ces dernières est transférée aseptiquement sur une boîte de pétrie contenant de la gélose BEA et incubée à 44°C pendant 2h. Les colonies caractéristiques prennent alors une coloration noire traduisant ainsi l'hydrolyse de l'esculine présente dans le milieu (Fig. 19)



Figure 19 : Processus de filtration et dénombrement des streptocoques.

6.3.3. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs

Cette méthode consiste en la recherche et le dénombrement des bactéries anaérobies sulfito réductrices et de clostridium sulfito-réducteurs dans les eaux destinées à la consommation humaine ,par incorporation en gélose en tubes profonds.

La technique consiste à Porter dans quatre tubes 10ml de l'échantillon à analyser.et Elaborer pour ces tubes un bain marie à (80°C), pendant 10 minutes. ; Puis un refroidissement brutal sous l'eau de robinet (choc thermique qui a pour but d'éliminer la forme végétative et reste seulement la forme sporulée des bactéries Sulfito-Réducteurs) après préparation milieu de culture (Viande Foie) et Compléter ensuite chacune des tubes avec (environ 15 ml) de gélose viande foie, et mélanger avec précaution. Laisser solidifier puis incuber à (37°C) pendant 24 et 48 heures, Dans un milieu synthétique adapté à l'action des bactéries clostridium sulfito-réducteurs est contenant des sulfates, l'addition de fer sous forme de sulfate ferreux ou simplement de fer métallique permet l'obtention de sulfure qui provoque un noircissement caractéristique du milieu. La première lecture doit se faire après 24h d'incubation. Cette lecture permet une détection précoce des clostridium sulfito-réducteurs. Les répliques concernés sont isolés afin d'éviter une éventuelle contamination des autres tubes.

Une deuxième lecture est effectuée pour les tubes restants après 48h d'incubation. Les résultats sont exprimés en nombre de colonies par 20ml de l'échantillon à analyser. Après la période d'incubation (les tubes contenant de grosses colonies noires), seront considérés comme positifs, au Clostridium sulfito-réducteur (Fig. 20)

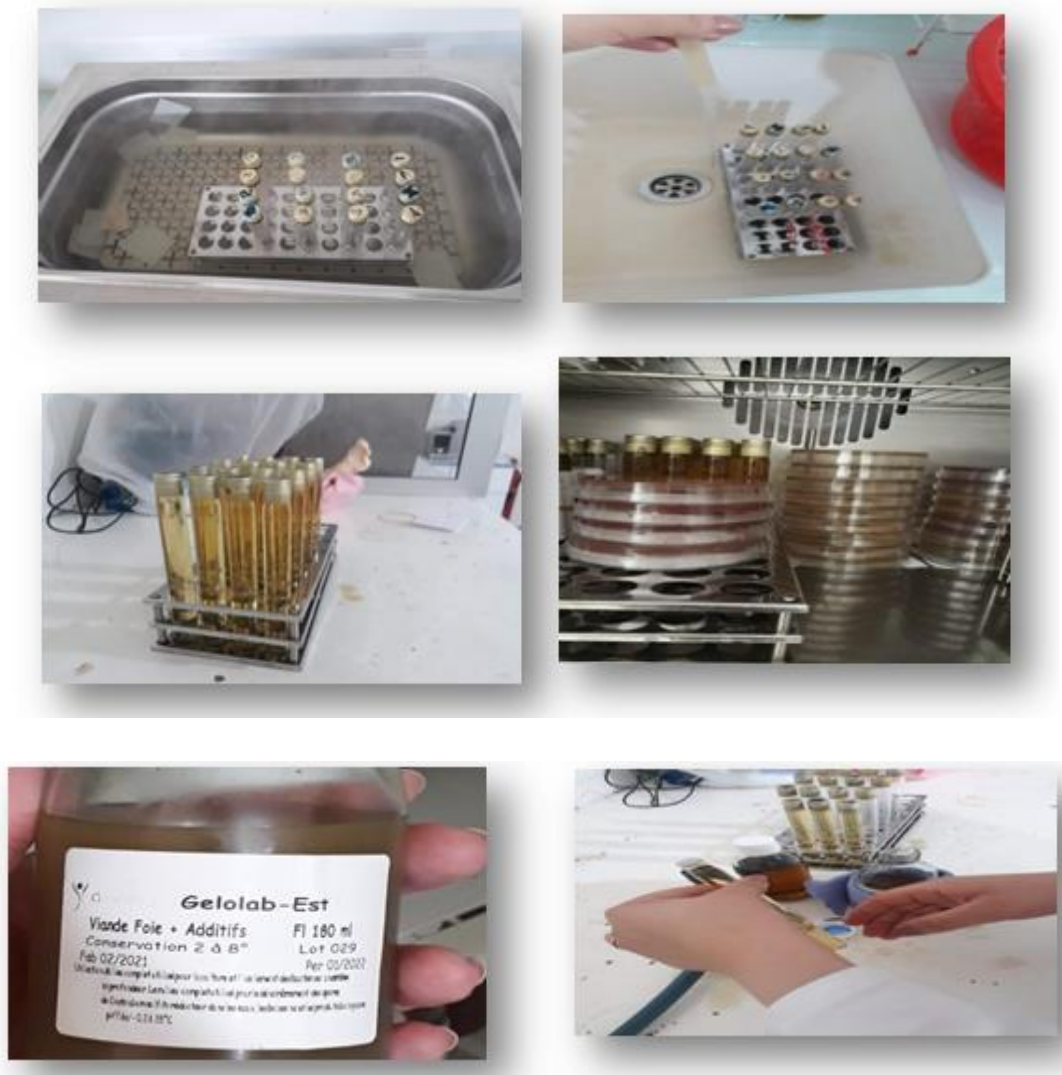


Figure 20 : processus d'incorporation de gélose et dénombrement des clostridium-sulfito

Chapitre 03 : Résultats et discussion

Le tableau ci-dessus (tab. 09) représente l'évolution temporelle de l'identification et du dénombrement des bactéries dans les eaux brutes et traitées du forage Saleh Bey, et dans les eaux de robinets de différentes cités de la même région. Sur ce même tableau figurent les normes nationales des eaux potables (Journal officiel de la république algérienne-JORA, 2014) et internationales (Organisation Mondiale de la Santé-OMS, 2017).

Tableau 09 : Évolution temporelle des paramètres bactériologiques des eaux du Forage Saleh Bey et de sa chaîne de production-distribution.

Point contrôlé	Date de prélèvement	C.T UFC/100 ml	C.F E.coli/100 ml	S.F SF/100 ml	CSR CSR /100 ml
S.P Saleh Bey (Eau Traitée)	16/03/2021	00	00	00	00
Forage Saleh Bey (Brute)		67	10	50	00
Station Oued Defla		00	00	00	00
Station Coudiat El Hamri		01	02	00	00
Abonné N°1 : Cité saleh Bey		00	00	/	/
Abonné N°2 :Cité Saleh Bey		01	02	/	/
Abonné N°3:Cité Saleh Bey		00	00	/	/
Abonné N°4 :Cite Saleh Bey		00	01	/	/
Abonné N°5 :Cite Saleh bey		00	01	/	/
Station Oued Defla	20/04/2021	56	00	00	00
Station Coudiat Al Hamri		00	00	00	00
Station Oued Defla	06/05/2021	00	01	00	00
Réservoir Coudiat Al Hamri		00	00	00	00
SP Saleh Bey (eau traitée)	25/06/2021	00	00	00	00
Forage Saleh Bey (eau brute)		86	03	29	00
Station Oued Defla		00	00	00	00
Station Coudiat Al Hamri		00	00	00	00
Normes de potabilité (JORA, 2014)		0 UFC/100ml	0UFC/100ml	0 UFC /100ml	0 SP/20ml
Normes de potabilité (OMS, 2017)		0 UFC /100ml	0UFC/100ml	0 UFC /100ml	0 SP/10ml

1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux (CT) :

Les coliformes totaux sont des bactéries d'origine intestinale (humaine ou animale) (Elhaissofi et al. 2011; Ceaq, 2011). Le dénombrement de ces derniers est considéré comme un type d'indicateurs d'ordre général par rapport à la pollution d'origine microbiologique ; en effet, ils permettent d'estimer la totalité de la charge bactérienne d'une matrice. L'intégration de l'analyse des coliformes totaux dans la stratégie de surveillance du réseau de distribution et des installations de stockage peut améliorer la

connaissance de la qualité de l'eau dans l'ensemble du système ainsi que de l'état global de ce dernier. L'approche devrait tenir compte des particularités et de l'historique du système dans son ensemble, par exemple l'âge, l'aménagement ou les matériaux qui le constituent. Cette stratégie permet de déceler toute variation des conditions, l'apparition de contaminants ou encore les endroits où la qualité de l'eau se dégrade et qui peuvent ensuite faire l'objet d'analyses plus poussées. Finalement, dans un réseau de distribution, les coliformes sont des indicateurs de fonctionnement. Leur présence révèle une dégradation de la qualité de l'eau, qui pourrait être due à une recroissance bactérienne ou une contamination postérieure au traitement.

Les résultats du dénombrement des coliformes totaux dans les eaux brutes et traitées de la région Saleh Bey durant la période allant du mois de Mars 2021 au mois de Mai 2021 sont présentés dans le tableau 09 et illustrées par la figure 21. Sur le tableau 10, figurent les moyennes des paramètres étudiés par localité : station de pompage Sale Bey, Forage Saleh Bey, station Oued Defla, et station Coudiat El Hamri, respectivement.

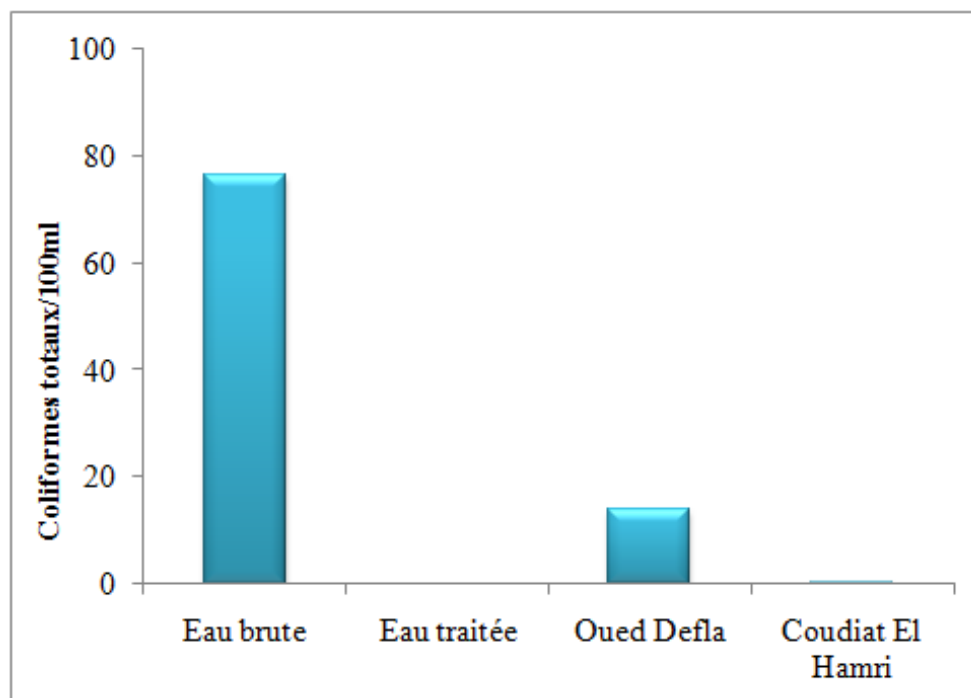


Figure 21 : Evolution du dénombrement des coliformes totaux dans les stations les eaux brutes, traitées, et le réseau de distribution de la région Saleh Bey (Mars 2021-Juin 2021)

Le tableau 9 et la figure 34 montre que le nombre des coliformes totaux dans les eaux brutes du forage Saleh Bey varie entre 67 et 86 UFC/100 mL, la moyenne enregistrée pendant toute la période de surveillance est de 76.5 UFC/100 mL, En matière de potabilité

de l'eau, et selon le décret exécutif n°14-96 (JORA, 2014) et les directives de l'OMS (2017), les eaux brutes du forage Saleh Bey ne sont pas bonnes pour la consommation. En effet, un nombre important de CT a été recensé durant toute la période d'observation ; cette eau est ainsi de mauvaise qualité.

Pour ce qui est de la charge bactérienne des eaux traitées du forage Saleh Bey, le nombre de CT est nul et ceci quelque soit la période de prélèvement. Ceci confirme l'efficacité du traitement à base de chlore effectué au niveau de la station de pompage. Les eaux de ce forage sont ainsi de bonne qualité et peuvent être considérées comme potables. Le chlore est un produit chimique qui est employé pour désinfecter l'eau avant de la mettre dans le système de distribution. Il est employé pour s'assurer de la qualité de l'eau depuis la source d'eau jusqu'au point de consommation. La concentration en chlore diminuera avec la distance à la source, jusqu'au point où le niveau de chlore peut devenir inefficace comme désinfectant. La croissance de bactéries peut se produire dans des systèmes de distribution d'eau quand des niveaux de chlore sont très bas. Par conséquent, il est important de s'assurer qu'il y a assez de chlore pour désinfecter efficacement même les extrémités du système de distribution. La chloration peut tuer beaucoup de micro-organismes pathogènes causant des maladies notamment *E. Coli*. Le chlore résiduel peut avoir un goût et/ou une odeur que certains peuvent trouver désagréable. Cependant, la majorité préfère cela à une eau potable qui contienne des matériaux organiques et non organiques potentiellement nocifs.

Par ailleurs, il apparaît que le nombre des coliformes totaux dans les deux réservoirs durant la période surveillance varie entre 0 et 56 UFC/100 ml pour la station Oued Defla, et 0 et 1 UFC/100 ml pour la station El Hamri. Les moyennes étant de l'ordre de 0.25 et 14 UFC/100 ml, respectivement. Les eaux de ces deux réservoirs sont ainsi de mauvaise qualité et considérées comme non potables. Un tel résultat peut être attribué à l'absence totale du traitement par le chlore, le taux de ce dernier est de zéro (*cf. tableau 09*).

La présence de coliformes totaux dans un réseau de distribution d'eau potable est dans la plupart des cas due à une reviviscence bactérienne (formation d'un biofilm sur les parois des conduites d'eau potable), particulièrement lorsque les concentrations de chlore libre sont faibles (Lee et al. 2006). Les résultats relatifs au réseau de distribution ayant fait l'objet de cette étude, montrent que les eaux sont exemptes de coliformes totaux. Ceci confirme à nouveau l'efficacité du traitement au chlore ; en effet, le taux de ce dernier est

de l'ordre 0.4 à 0.5 mg/l. Néanmoins, une présence de CT de l'ordre de 1 UFC/100 ml a été enregistrée chez l'abonné numéro 02.

2. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (*E. Coli*) :

Escherichia coli est la plus importante des bactéries présentes dans le groupe des coliformes fécaux. Son identification dans l'eau de boisson indique toujours une contamination potentiellement dangereuse car elle traduit dans la plupart des cas l'existence d'un risque de la présence de microorganismes pathogènes entériques. La virulence d'*E. Coli* est capable de déclencher spécifiquement chez l'homme ou chez certaines espèces animales des infections spontanées des voies digestives ou urinaires ou bien encore des méningites néo-natales. D'autres souches appartenant à la flore commensale qui peuvent être responsables d'infections opportunistes variées (Gaillard, 1988). Les conséquences potentielles pour la santé de la contamination microbienne de l'eau sont telles qu'il est crucial de conserver en permanence la maîtrise de celle-ci et de ne jamais la laisser sortir des limites recommandées (OMS, 2017).

Les résultats du dénombrement d'*E. Coli* dans les eaux brutes et traitées de la région Saleh Bey pendant la période allant du mois de Mars 2021 et le mois de Juin 2021 sont représentés dans le tableau 09 et illustrées par la figure 22.

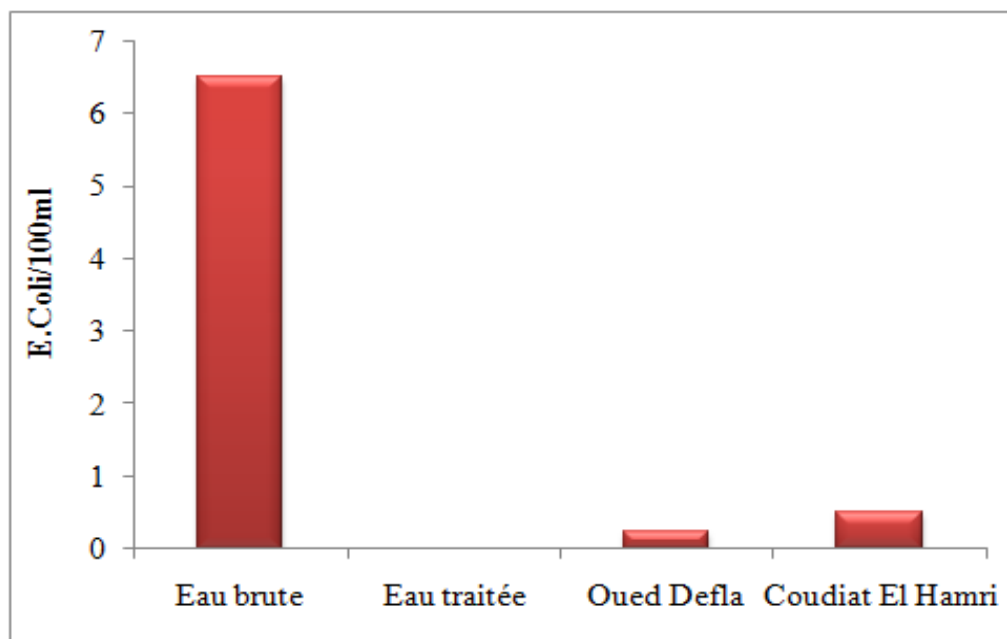


Figure 22 : Evolution du dénombrement des coliformes fécaux dans les eaux brutes, traitées et le réseau de distribution de la région Saleh Bey (Mars 2021-Juin 2021).

Les résultats montrent que le nombre de bactéries *E. coli* recensées dans les eaux brutes du forage Saleh Bey varie entre 3 et 10 UFC/100 ml, la moyenne durant toute la période de surveillance est de l'ordre de 6,5 UFC/100 ml. Pour les eaux traitées, aucune bactérie n'a été détectée, ce qui confirme l'efficacité du traitement au chlore. En matière de potabilité de l'eau, et selon le décret exécutif n°14-96 (JORA, 2014) et les directives de l'OMS (2017), l'eau distribuée et destinée à la consommation humaine ne doit contenir aucune trace de cet organisme pathogène (0 UFC/100 ml). Notons que pour les eaux brutes, il n'existe pas de valeur impérative sur le plan national. Néanmoins, la recommandation canadienne (Santé Canada, 2012) précise que l'eau brute ainsi que l'eau potable mises à la disposition des utilisateurs et prélevées à des fins d'analyse microbiologique doivent être exemptes d'indicateurs de contamination fécale, tels que la bactérie *E. coli* et des entérocoques ainsi que de micro-organismes pathogènes. Ainsi, les eaux brutes du forage Saleh-Bey doivent subir un traitement approprié pour éliminer les CF ; *E. Coli* a été recensé durant toute la période d'observation dans ce dernier.

Par ailleurs, nous avons aussi enregistré la présence de ces coliformes considérés comme néfastes dans la station Coudiat El Hamri avec des valeurs extrêmes allant de 0 à 2 UFC/100 ml avec une moyenne de 0.5 UFC/100 ml. La qualité des eaux est ainsi considérée comme non conforme. Il en est de même pour les échantillons prélevés au niveau de la station de Oued Defla durant le mois de Mai (1 UFC/100 ml). Ainsi, ces eaux sont de mauvaise qualité et ne sont pas bonnes pour la consommation. Les Coliformes fécaux sont les plus importants des paramètres microbiologiques pris en compte dans le contrôle de la qualité des eaux, ce type de bactéries est particulièrement sensible à la désinfection et à la particularité de se développer difficilement à l'intérieur d'un réseau. Sa présence indique qu'une contamination bactérienne s'est introduite dans le réseau (RQEP, 2006). L'absence des coliformes fécaux dans les échantillons d'eau peut être expliquée par l'absence de contamination bactérienne d'origine fécale, qui est due au traitement par le chlore qui inhibe les bactéries pathogènes (Mokdadi et Messai, 2015).

Pour ce qui est d'*E. Coli* recensée dans les eaux de robinet des différentes cités prises en considération lors de cette étude, les valeurs oscillent entre un minimum de 0 UFC/100 ml et un maximum de 2 UFC/100 ml dépassant ainsi la norme Algérienne de potabilité (0 germes /ml). La mise en contact accidentelle d'eaux usées et de l'eau destinée à la distribution peut être à l'origine d'une telle contamination. Une autre situation classique consiste à relier, par erreur, les installations de distribution d'eau et les installations de

traitement d'eaux usées ou au réseau d'eau non potable. Outre ces facteurs d'origine anthropique, l'eau de pluie peut aussi accroître considérablement le niveau de contamination microbienne des eaux de source (OMS, 2004). Ainsi, au niveau de la SEACO, la constatation d'une non-conformité associée à la présence d'*E. Coli* oblige le responsable du système de distribution des eaux à mobiliser en urgence une cellule de crise. Une fois, la contamination confirmée et la source détectée, plusieurs mesures correctives sont effectuées par la SEACO à savoir :

- Rinçage et désinfection des conduites et réseaux d'AEP touchés.
- Augmentation de la dose du chlore dans la station de pompage,
- Nettoyage des réservoirs d'eau traitée.

3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux :

Les résultats du dénombrement des streptocoques fécaux dans les eaux brutes et traitées de la région Saleh Bey pendant la période allant du mois de mars 2021 et mois de juin 2021 sont représentés dans le tableau 09 et illustrées par la figure 23.

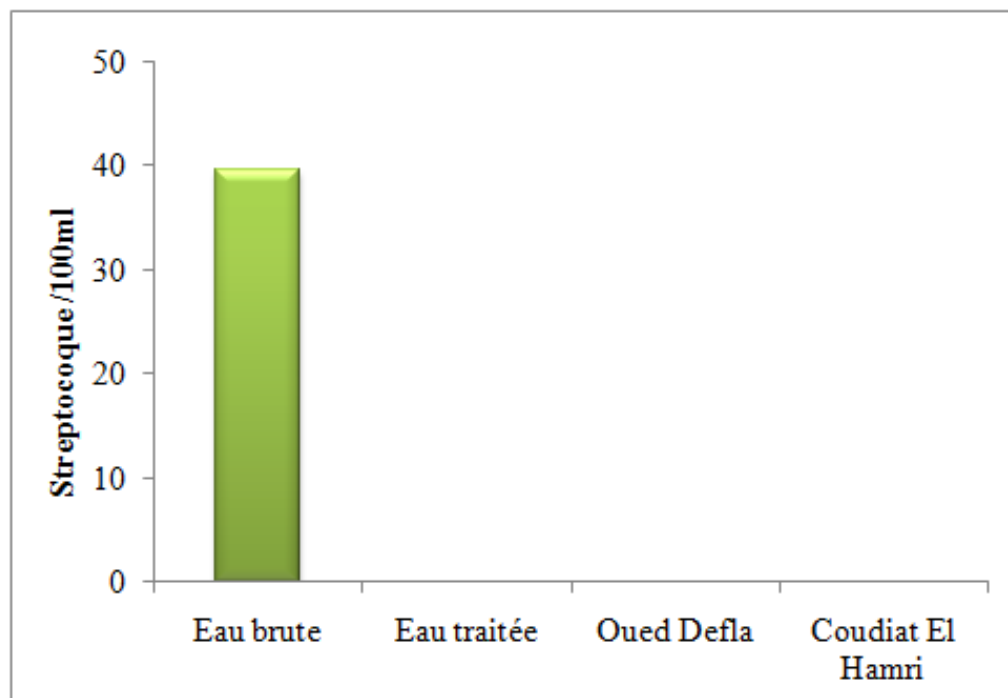


Figure 23 : Evolution du dénombrement des Streptocoques fécaux dans les eaux brutes, traitées et le réseau de distribution de la région Saleh Bey (Mars 2021-Juin 2021).

L'examen de la figure 23 et du tableau 09 montre que le nombre des streptocoques fécaux recensés dans les eaux brutes du forage varie entre une valeur minimale de 29 UFC/100 ml et une valeur maximale de 50 UFC/100 ml, la moyenne durant la période de surveillance est de 39.5 UFC/100mL. Pour les eaux traitées et pour la même période d'observation, aucune bactérie n'a été détectée. De même, on note une absence totale (0 UFC/100ml) de streptocoques fécaux dans les eaux des deux stations (Oued defla et Coudiat El Hamri) et les eaux de robinet des différents abonnés durant toute la période d'observation. En matière de potabilité de l'eau, et selon le décret exécutif n°14-96 (JORA, 2014) et les directives de l'OMS (2017), l'eau distribuée et destinée à la consommation humaine ne doit contenir aucune trace de ces organismes (0 UFC/100 mL). La comparaison de nos résultats à ces normes montre que les eaux traitées de la région de Saleh Bey sont bonnes pour la consommation. Ces dernières ne présentent aucune contamination aux streptocoques fécaux. Ces résultats sont certainement une conséquence de l'efficacité de désinfection par le chlore effectuée lors de l'opération de traitement de l'eau à la station de pompage avant son orientation aux consommateurs de la région.

4. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs :

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont des bactéries d'origine fécale, elles peuvent également vivre et se multiplier dans les milieux naturels (Sari, 2014). La caractéristique principale des bacilles anaérobies est non seulement leur incapacité à utiliser l'oxygène comme accepteur final d'hydrogène mais encore leur incapacité à se multiplier en présence d'oxygène. L'absence de Clostridium Sulfito-Réducteurs traduit l'absence de contamination fécale ancienne (Maiga, 2005). Les Clostridium sulfito-réducteurs sont des germes capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent donc un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (Hamed et al. 2012).

Les résultats du dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs dans les eaux brutes, traitées et le réseau de distribution de la région Saleh Bey pendant la période allant du mois de Mars 2021 au mois de Juin 2021 sont présentés dans le tableau 09. On note une absence totale (0 SP/20 ml) des bactéries clostridium sulfito-réducteurs dans toutes les eaux étudiées et ce durant toute la période d'observation. Selon le décret exécutif n°14-96 (JORA, 2014) et les directives de l'OMS (2017), l'eau distribuée et destinée à la consommation humaine ne doit contenir aucune bactérie sulfito-réductrice, ni de spores.

Ainsi, nous pouvons conclure d'un point de vue contamination aux bactéries sulfite-réductrices et spores, que les différents types d'eau prises en considération dans cette étude sont de très bonne qualité microbiologique et ne présentent aucune contamination à ce type de pathogène et ce de la source à la consommation en passant par la distribution. Or, dans notre cas, les *Clostridium* sulfite-réducteurs sont absents déjà dans les eaux brutes.

Conclusion et perspectives

L'eau, élément vital peut aussi être agent efficace de transport et de dissémination de pollution et de maladies. La qualité de l'eau potable destinée à l'alimentation suscitent des inquiétudes pour la santé humaine dans tous les pays. En effet, l'eau destinée à la consommation humaine devrait être exempte des impuretés et des agents pathogènes. L'objectif de ce travail consiste à identifier et dénombrer les germes indicateurs de la contamination fécale des eaux brutes, traitées et du réseau de distribution publique de la région de Saleh Bey à Hamma Bouziane durant la période allant du mois de mars au mois de juin 2021.

Au terme de ce travail, nous pouvons conclure que :

- ✓ Les eaux brutes du forage Saleh Bey à Hamma Bouziane et les réservoirs alimenté par ce dernier subissent des contaminations bactériennes variables qui se manifestent par des valeurs anormalement élevées et dépassant les normes nationales et internationales relatives à la qualité bactériologique des eaux. Ces eaux sont souillées par certains germes indicateurs de contamination notamment les coliformes totaux, fécaux (*E. coli*), ainsi que les streptocoques fécaux. Ces eaux sont donc d'une mauvaise qualité bactériologique, et constitue sans aucun doute une menace pour les habitants qui puisent l'eau nécessaire à leurs besoins à partir de ces forages ;
- ✓ L'analyse des eaux traitées n'a révélé aucune contamination bactérienne. Ces résultats sont sans doute la conséquence de l'efficacité du traitement à base de chlore effectué au niveau de la station de pompage. Ainsi, ces eaux sont d'une bonne qualité bactériologique et sont considérées comme bonne pour la consommation humaine ;
- ✓ Le réseau de distribution ou bien l'eau de robinet analysée au mois de Mars par exemple chez l'abonné 1 et 03 est de bonne qualité. Elle est exempte d'agents pathogènes et est ainsi considérée comme bonne voir très bonne pour la consommation humaine. Cependant, la situation est plutôt inquiétante chez d'autres abonnés ; en effet, des coliformes totaux et fécaux ont été enregistrés dans les eaux de robinet de ces derniers ;
- ✓ Pour ce qui est de la contamination par les bactéries sulfite-réductrices et spores, les différents types d'eau prises en considération dans cette étude ne présentent aucune contamination à ce type de pathogène.
- ✓ Finalement la chloration est l'un des moyens simples et efficaces pour désinfecter l'eau en vue de la rendre potable, mais pour éviter la dégradation de la qualité bactériologique de l'eau, il faut assurer un traitement de désinfection continu et chercher d'autres solutions plus performantes.

En perspectives, il serait intéressant :

- de confirmer la contamination des eaux brutes dudit forage en effectuant une surveillance durant une longue période,
- de quantifier d'autres paramètres révélateurs de la qualité des eaux potables et qui constituent un réel danger pour la santé humaine notamment les indicateurs physico-chimiques ;
- de caractériser d'autres forages dans la zone d'étude afin d'améliorer encore leur exploitation.

Références bibliographiques

Ahmed Mahmoud Hassanien W. 2004. Physico-chemical pre-treatment of drinking water. Thèse de doctorat. University El Khartoum. 177p

Afri O. et Bemaaza A. 2020. Étude de la qualité d'un échantillon d'eau brute souterraine portant sur les paramètres physico-chimiques au niveau des laboratoires du département qualité Ain Smara de la wilaya de Constantine. Mémoire de technicien supérieur en traitement des eaux. Université Mentouri. pp 10-11.

Ayachi I F., Yamoun N E H. 2019. Contribution à l'étude et à l'évaluation de la qualité bactériologique des eaux de puits et de sources de la Wilaya de Constantine. Mémoire de Master. Université Constantine 1. p 8 ,13 ,33.

Bahmed L., Djebabra M., Abibsi A. 2004. Démarche d'intégration du concept qualité-sécurité-environnement aux systèmes d'alimentation en eau potable. Larhyss Journal, N°3, Biskra. 118p.

Bombardier 2007. Les biomarqueurs dans l'évaluation de l'état écologique des milieux aquatiques. Ed. Tec & Doc. Paris. 360 p.

Bosca C. 2002. Groundwater law and administration of sustainable development Mediterranean. Magazine Science Training and Tchnology, 2: 13-17.

Boudefa A. et Zermane S. 2019. Contribution à l'évaluation de la qualité bactériologique des eaux brutes et traitée cas du forage Ras El Ain Boumerzoug. Mémoire de master. Université Mentouri Constantine 1. 72p.

Coulibaly K. 2005. Etude de la qualité Physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako, Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Bamako, 42 p.

Cahier de chloration. 1996. Chloration en milieu rural dans les pays en voie de développement. Actes de la réunion organisé par le PS-eaun, juin 1996 (édition 2005), p 5-7-8-10-12 p.

Centre d'expertise et d'analyse environnementale du Québec-CEAEQ. 2011 Lignes directrices concernant les travaux analytiques en microbiologie (DR-12-SCA-02). 40p.

Desjardins R. 1997. Le traitement des eaux, Edition de l'école polytechnique de Montréal, 2^{ème} édition, Québec, Canada. 30p.

Degremont G. 2005. Mémento technique de l'eau, Tome 1, 10^{ème} édition, Edit. Tec et doc, 24-26-112p.

Djouimaa R. 2019. Etude de la qualité bactériologique et physico-chimique de quelques eaux souterraines de la wilaya de Constantine. Mémoire de master. Université Frères Mentouri-Constantine 1. 45p.

El Haissoufi H., Berrada S., Merzouki M., Aabouch M., Bennani L., Benlemlih M., Idir M., Zanibou A., Bennis Y et El Ouali lalami A. 2011. Pollution des eaux de puits de certains quartiers de la ville de Fès, Maroc. Rev. Microbiol. Ind. San et Environn. 5, 1, 37-68.

Garrett V., Ogutu P., Mabonga P., Ombeki S., Mwaki A., Aluoch G., Quick R.E. 2008. Diarrhoea prevention in a high-risk rural Kenyan population through point-of-use chlorination, safe water storage, sanitation, and rainwater harvesting. Epidemiol Infect. 136(11):1463-71.

Gaujour D.1995. La pollution des milieux aquatiques .aide mémoire. 2^{ème} édition. Lavoisier. 49 p.

Journal officiel de la république algérienne-JORA. 2014. Décret exécutif n° 14 - 96 du 2 Joumada El Oula 1435 correspondant au 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.

Kouidri B.Z. 2006. Étude et traitement de l'eau du barrage Djorf-El Torba de la Wilaya de Bechar par filtration sur sables. Mémoire de magister. Université Hassiba Benbouali de Chlef, 13-14-15 p.

Lee D. G., Sang J. K. et Seong J. P. 2006. Effect of reservoirs on microbiological water qualities in a drinking water. J Microbal, Biotechnol. 16, 7, 1060-1067.

- Leroy J B. 1999.** La pollution des eaux 4^{ème} édition, Paris : presse universitaire de France.- (que sais-je ?). 127p.
- Landreau A. et Sauter M .1983.** Eléments de microbiologie des eaux. Rapport du bureau des recherches géologiques et minières. 131p.
- Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs-MDDEP 2012.** Règlement sur la qualité de l'eau potable (Drinking water quality regulation). Québec, Ministry of Sustainable Development, Environment and Parks.
- Mekhloufi A. et Ouanoughi R. 2017.** Etude des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux du barrage de Boukourdane (Tipaza). Mémoire de Master. Université Saad Dahlab Blida-1. 43p.
- Merzoug D., Khiari A., Aït Boughrous A., Boutin A. 2010.** Faune aquatique et qualité de l'eau des puits et sources de la région d'Oum El-Bouaghi (Nord-Est algérien). Hydroécol. Appl. 17, 77-97.
- Moline L. 2009.** Dispositifs rustiques d'alimentation et de traitement de l'eau potable. Synthèse technique. Montréal, Québec, Canada. 28 p.
- Mokdadi H. et Massai A. N. 2014.** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-Oued. Mémoire de master. Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued. 91 p.
- Nafi A 2006.** La programmation pluriannuelle du renouvellement des réseaux d'eau potable. Thèse de doctorat. Université Louis Pasteur Strasbourg I, France, 238p.
- Organisation Mondiale de la Santé-OMS. 1994.** Directives de qualité pour l'eau de boisson, volume 1, 2^{ème} édition, 202 p.
- Organisation Mondiale de la Santé-OMS. 2000.** Directives de qualité pour l'eau de boisson, volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2^{ème} édition, 1050p.
- Organisation Mondiale de la Santé-OMS. 2004.** Directives de qualité pour l'eau de boisson. volume 1, 3^{ème} éd. 110p.

Organisation Mondiale de la Santé-OMS.2004. Directives de qualité pour l'eau de boisson 3^{ème} édition, Volume 1. 114p.

Organisation Mondiale de la Santé-OMS. 2005. Célébration de la décennie internationale d'action : l'eau source de vie 2005-2015, journal mondial de l'eau 2005, guide de sensibilisation, Genève, suisse, 34p.

Organisation Mondiale de la Santé-OMS. 2006. Paludisme : lutte anti vectorielle et protection individuelle, série de rapports techniques n° 936. 71p.

Ouahchia C., Hamaidi-Chergui F., Hamaidim S., Saidi F. 2015 qualité bactériologique de l'eau potable des différents réservoirs et chez les consommateurs de la commune de Tipaza alimentés par la station de Sidi Amara partant de l'eau de surface du Lac-Barrage de Boukourdane 139-154p.

Regnault J.P. 1990. Microbiologie générale, Paris : Vigot. 859p.

Rodier J. 1996. Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod bordas, paris, 7^{ème} édition, 1365 p.

Règlement sur la Qualité de l'Eau Potable-RQEP. 2006. Présentation du règlement, Québec, Canada, 282 p.

Soudani S. 2016. Evaluation et caractérisation de l'eau potable dans différents quartiers de la ville de Biskra. Mémoire de master. Université de Mohamed Khider-Biskra. 94p.

Squinazi F. 2017. Analyses en microbiologie-environnement microbien (air, surfaces, eau), périodique 3355, volume n°2, 355p.

Vandevanne I. 1982. Gestion des eaux usées urbaine et industrielles. Edition technique et documentation. p4.

Zouag B. et Belhadj Y. 2017. Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta (Tlemcen). Mémoire de docteur en pharmacie. Université Abou Bekr Belkaid.Tlemcen. 12 p.

Année universitaire : 2020/2021

Présenté par : MOUNCHAR Safa

DRAIBINE Sonia

Contribution à l'évaluation de la qualité bactériologique des eaux brutes et traitées du forage Salah Bey (Hamma Bouziane)

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Ecologie Fondamentale et Appliquée.

Résumé :

L'utilisation de l'eau dans le domaine alimentaire ou de l'hygiène exige une excellente qualité physico-chimique et microbiologique. L'eau potable doit répondre à des normes de qualité ; elle ne doit contenir aucun micro-organisme, parasite ou substance présentant un danger potentiel pour la santé humaine. Notre étude porte sur l'évaluation de la qualité microbiologique des eaux brutes et traitées du Forage Saleh Bey (Hamma Bouziane) ainsi que les eaux du réseau de distribution de la même région. Les organismes pathogènes auxquels nous nous sommes intéressés sont : les coliformes totaux, les coliformes fécaux (*Escherichia coli*), les streptocoques fécaux, et les bactéries anaérobies sulfito-réductrices.

L'analyse microbiologique de l'eau brute a montré une présence de certains germes pathogènes. On peut donc conclure que l'eau de ce Forage est de qualité suspecte et douteuse du point de vue de la présence de traces bactériennes. Elle est impropre à la consommation humaine et nécessite un traitement préalable. Contrairement à cette dernière, les eaux analysées après chloration sont exemptes de bactéries ; ce qui confirme l'efficacité du traitement par chloration.

Mots clés : Forage Saleh Bey, qualité bactériologique, Coliformes totaux, *E. coli*, Streptocoques fécaux, Bactéries Sulfato-Réductrices.

Laboratoire de recherche : Laboratoire de Biologie et Environnement. Département de Biologie et Ecologie Végétale. Université Frères Mentouri - Constantine 1.

Jury d'évaluation :

Président du jury : SAHLI Leila (Pr - UFM Constantine 1),

Rapporteur : AMRI Sihem (MAA - UFM Constantine 1),

Examineur : BAZRI Kamel Eddine (MCA - UFM Constantine 1),

Date de soutenance : 22/09/2021.