

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA –Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Microbiologie
Spécialité : Microbiologie Appliquée



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Qualité physico-chimiques et bactériologique
des eaux de consommation de la ville de
Bejaia**

Présenté par :

MECEDDED Sidali & IKACHE Syphax

Soutenu le : 27 Septembre 2021

Devant le jury composé de :

Mme Lincer Firdaousse	MCA	Présidente
Mme Souagui Samiha	MCB	Examinatrice
M. BETTACHE Azzddine	Pr	Encadreur

Année universitaire : 2020 / 2021



Remerciements

Nos remerciements s'adressent premièrement à **Allah** de nous avoir donné la volonté et le courage de mener à bien ce travail.

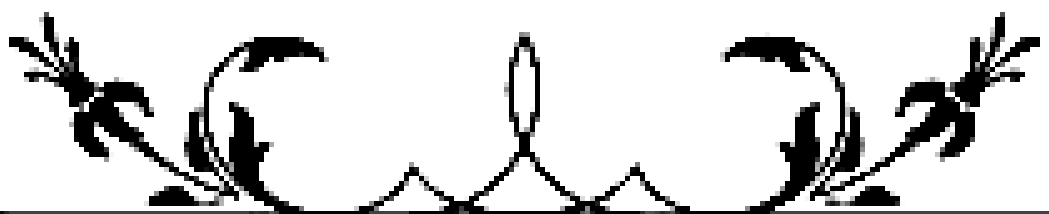
Nous tenons à remercier vivement notre Promoteur Monsieur **BETTACHE Azzeddine** d'avoir accepté de diriger ce travail et pour ses précieux conseils et ses encouragements durant le déroulement de ce travail.

Nous tenons également à remercier tout le **personnels du laboratoire de l'ADE** ainsi que tout les responsable de cet organisme, de nous avoir permis d'effectuer notre stage au sein de leur établissement, et pour leur conseils au cours de notre stage.

Nous adressons aussi nos sincères remerciements a Mme **LAINCER Firdaousse** pour toutes sa qualité scientifiques et d'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance. Nous tenons également à remercier Mme **SOUAGUI Samiha**, l'examinatrice de notre travail.

Merci de nous avoir fait l'honneur de juger et d'examiner notre travail.

Enfin, nous remercions toute personne ayant contribué à l'élaboration de ce travail.



Dédicace

Je remercie toute ma famille qui m'a soutenu au cours de mes études... Il est naturel que ma pensée la plus forte aille vers mes chers parents, à qui je dois la vie et une part essentielle de ma personnalité. Qu'ils sachent que l'amour qu'ils me donnent continue à m'animer et me permet d'envisager l'avenir comme un défi que Dieu les protègent et leurs prêtent une longue et heureuse vie.

A mes chers frère Youcef, Ibrahim, Mohamed Islam et Ayoub qui m'ont soutenu avec leurs encouragements et leurs aides, auxquels je souhaite beaucoup de réussite et tout le bonheur du monde.

Je tiens à présenter ma reconnaissance et mes remerciements à ma fiancé (Sara) et sa famille qui n'ont jamais cessé de me soutenir pour que je puisse finir mes études et avoir une bonne formation et surtout être le meilleur et à qui je voudrais exprimer mes affections et ma gratitude.

Je tiens à remercier chaleureusement mon chère collègue et ami Syphax, qui a partagé avec moi tous les moments d'émotion et qui m'a supporté lors de la réalisation de ce travail.

Massi, Rabah, Rayane en témoignage de l'amitié qui nous unit et l'aide qu'ils m'ont apportés à tout moment. Je leur souhaite, à tous, beaucoup de réussite.

Sidali

Dédicace

A l'aide de dieu le tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, on a pu réaliser ce travail que je dédie :

A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pats et le bonheur de ma vie ma mère qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'étude pour son sacrifice et soutien.

A mon chère père qui ma appris le sens de la persévérance tout au long de mon parcours pour ses encouragements.

A mes grands pères qui m'ont tout donnés en transmettant leurs preuves vécu et leurs sagesses tout le long de leurs long parcours par une éducation Kabyle ancestrale.

A mon très cher binôme Sidali et toute sa famille.

A mes très chers amis, réunis par le mouvement associatif de l'université de Bouira, Bejaia et de Tizi Ouzou.

A Carlos et ses amis pour leur aide que je sois toujours reconnaissant

Syphax

Table de matière

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction..... 1

Chapitre 01 : Etude bibliographique

1. Définition de l'eau	3
2. L'origine des eaux	3
2.1. Les eaux souterraines.....	4
2.2. Les eaux superficielles.....	4
3. Les origines de la pollution des eaux.....	6
4. Les paramètres de qualité des eaux potables	7
4.1. Les paramètres physico-chimiques.....	7
4.1.1. La température.....	7
4.1.2. Le potentiel d'hydrogène.....	7
4.1.3. Conductivité	8
4.1.4. Turbidité.....	8
4.1.5. Nitrites NO_2^-	8
4.1.6. Nitrates NO_3^-	9
4.1.7. Ammonium NH_4^+	9
4.1.8. La dureté totale	9
4.1.9. Le titre alcalimétrique complet (TAC)	10
4.1.10. Les chlorures Cl^-	10
4.2. Paramètres bactériologiques.....	10
4.2.1. Les coliformes totaux	10
4.2.2. Enumération d' <i>Escherichia coli</i>	11
4.2.3. Les germes totaux.....	11
4.2.4. Les clostridium sulfito-réducteurs.....	11

Chapitre 02 : Présentation de l'organisme d'accueil et de la zone d'étude

1. Présentation de l'organisme d'accueil.....	13
1.1. L'algérienne des eaux de la wilaya de Bejaia.....	13
1.2. La répartition intérieure du laboratoire (Unité de Bejaïa).....	13

1.3.	L'organigramme de la structure de laboratoire.....	14
1.4.	Infrastructures hydraulique.....	14
1.5.	Mission de l'ADE (unité de Béjaïa).....	15
1.6.	Distribution.....	15
1.7.	Traitement et contrôle de la qualité.....	15
2.	Présentation de la zone d'étude.....	16

Chapitre 03 : Matériel et méthodes

1.	Matériel	18
2.	Echantillonnage.....	19
3.	Paramètres physico-chimiques.....	19
3.1.	Température.....	19
3.2.	Détermination du pH.....	19
3.3.	Mesure de la conductivité.....	19
3.4.	Turbidité.....	19
3.5.	Dosage des nitrites NO_2^-	19
3.6.	Dosage des nitrates NO_3^-	20
3.7.	Dosage de l'ammonium NH_4^+	20
3.8.	Détermination de la dureté totale (TH).....	20
3.9.	Dosage des chlorures Cl^-	20
3.10.	Détermination du titre alcalimétrique complet TAC.....	20
3.11.	Teste du chlore.....	21
4.	Paramètres Bactériologiques.....	21
4.1.	Recherche et dénombrement des coliformes totaux.....	21
4.2.	Recherche et dénombrement d' <i>Escherichia coli</i>	22
4.3.	Recherche et dénombrement des germes totaux.....	23
4.4.	Recherche et dénombrement de clostridium sulfito-réducteur.....	23

Chapitre 04 : Résultats et discussions

1.	Les résultats des analyses physico-chimiques.....	26
1.1.	Le pH.....	26
1.2.	La conductivité.....	26
1.3.	Turbidité.....	26
1.4.	Dosage des nitrites NO_2^-	27

1.5.	Dosage des nitrates NO_3^-	28
1.6.	Dosage de l'ammonium NH_4^-	28
1.7.	Détermination de la dureté totale (TH).....	29
1.8.	Dosage des chlorures Cl^-	29
1.9.	Détermination du titre alcalimétrique complet TAC.....	30
1.10.	Température.....	30
2.	Les résultats des analyses bactériologiques.....	31
2.1.	Recherche et dénombrement des coliformes totaux.....	31
2.2.	Recherche et dénombrement d' <i>Escherichia coli</i>	31
2.3.	Recherche et dénombrement des germes totaux.....	31
2.4.	Recherche et dénombrement de clostridium sulfito-réducteur.....	32
	Conclusion générale et perspectives.....	33
	Références bibliographiques	
	Annexes	
	Résumé	

Liste d'abréviations

ADE : Algérienne Des Eaux.

AgNO₃ : nitrate d'argent.

Cl⁻ : chlorure.

Ca⁺² : calcium

CLOS : *Clostridium*s Sulfito-réducteurs.

E.D.T.A : Ethylène Diamine Tétra-Acétique.

°F : TH en degrés français

MES : matières en suspension

Mg⁺² : Magnésium

NO²⁻ : Nitrites

NTU : Unité néphelométrique

NO₃⁻ : Nitrates

NH₄⁻ : Ammonium

K₂CrO₄ : Chromate de potassium

KCl : Potassium

TAC : Titre Alcalimétrique complets.

TH : Titre hydrotimétrique (dureté).

TSA : Tryptone soja

VF : Viande foie.

E. coli : *Escherichia coli*.

TGEA : Tryptone Glucose Extrect Agar

Figure 01 : Présentation des parties des eaux souterraines.....	04
Figure 02 : Sources d'eau potable.....	05
Figure 03 : <i>Clostridium perfringens</i> sous microscope optique GX 1000.....	11
Figure 04 : Le laboratoire central de l'ADE (Unité de Bejaia).....	13
Figure 05 : Organigramme de laboratoire de l'ADE.....	14
Figure 06 : Image satellite de la région El Maghra.....	16
Figure 07 : Organigramme du matériel utiliser dans l'étude.....	18
Figure 08 : Les étapes d'analyse bactériologique des coliformes totaux.....	21
Figure 09 : Les étapes de la réalisation du test d'oxydase.....	22
Figure 10 : Les étapes d'analyse microbiologique de la recherche des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteur..	23
Figure 11 : Histogramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de pH.....	26
Figure 12 : Histogramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de conductivité.....	26
Figure 13 : Histogramme représentatif des résultats d'analyses de la turbidité.....	27
Figure 14 : Histogramme représentatif des résultats d'analyses des nitrites NO_2^-	27
Figure 15 : Histogramme représentatif des résultats d'analyses des Nitrates NO_3^-	28
Figure 16 : Histogramme représentatif des résultats d'analyses d'Ammonium.....	28
Figure 17 : Histogramme représentatif des résultats d'analyses de la dureté totale.....	29
Figure 18 : Histogramme représentatif des résultats d'analyses des chlorures Cl^-	29
Figure 19 : Histogramme représentatif des résultats d'analyses de TAC.....	30
Figure 20 : Histogramme représentatif des résultats d'analyses de la température.....	30

Tableau I : Principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines.....	05
Tableau II : Classification de l'eau selon la dureté totale	10
Tableau III : Résultats d'analyse bactériologiques.....	31
Tableau IV : Normes des paramètres bactériologiques	41
Tableau V : Normes des paramètres physico-chimiques.....	42

Introduction

Bien qu'elle soit un composé simple, l'eau est une substance remarquable. Elle est à la fois la source et le moteur de la vie (**Sadoune et al., 2013**). Elle est indispensable à la survie de tous les êtres vivants et pour la consommation domestique, agricole et industrielle (**Mazzuoli, 2012**). L'accroissement rapide de la demande en eau dans les différents secteurs de ainsi que les besoins en eau potable ont amenés les pouvoirs publics à mobiliser le maximum possible des ressources en eau que ce soit en ressources souterraines (**Sadoune et al., 2013**).

D'après l'organisation mondiale de la santé 80% des maladies qui affectent la population mondiale sont directement associées à l'eau (paludisme, schistosomiase...), on estime par ailleurs que les eaux polluées sont responsables de 50% des cas de mortalité infantile (**Desjardins, 1997**). Donc l'eau brute est une matière première qui doit être prélevée, traitée, et distribuée selon des règles strictes (**Brémaud, 2006**). Par conséquent, en fonction de ces caractéristiques destinée à la production d'eau potable, la mise en place de traitements spécifiques s'avère le plus souvent nécessaire afin de répondre aux exigences réglementaires établies par les organismes de la santé publique (**Liferki, 2015**).

Cette étude a pour objectif d'évaluer les propriétés physico-chimiques et bactériologiques de eau de forage de El Maghra de la région de Boukhlifa afin de juger leur utilisation comme une eau de consommation au niveau de cette région et connaître et réduire les risques liés à la consommation des eaux en générale, et pour vérifier la conformité de potabilité l'eau du robinet aux normes algérienne.

Ce modeste travail est organisé en trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré au rappel de quelques généralités sur les propriétés de l'eau et à la définition des paramètres de qualités des eaux potables (physico-chimiques et bactériologiques).
- Dans le deuxième chapitre, nous allons donner une vue générale sur la zone d'étude et l'organisme d'accueil (Algérienne Des Eaux (ADE)- Béjaia) et traite le matériel et les méthodes essentiellement consacrés à la démarche pour évaluer les paramètres de différents échantillons d'eau.
- Le troisième chapitre porte sur la présentation et la discussion des résultats obtenus.
- Enfin, nous tirerons une conclusion générale avec quelques perspectives.

Chapitre 01

Etude bibliographique

1. Définition de l'eau

L'eau est un liquide incolore, inodore, insipide à température ambiante et composé d'hydrogène et d'oxygène (H₂O). L'eau était anciennement considérée comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre. Elle constitue un élément indispensable à la vie et est la particule fondamentale des activités biologiques (**Michard, 2002**). Et même un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient au fur et à mesure au centre des intérêts stratégiques (**Baziz, 2008**).

L'eau est présente dans l'Univers sous plusieurs formes, gazeuse, solide, c'est sous sa forme liquide qu'elle caractérise la terre, la « planète bleue » (**Hoffmann et al., 2014**).

- L'eau potable

Une eau potable s'agit d'eau destinée à la consommation humaine, elle ne doit pas posséder de micro-organismes causant les maladies à transmission hydrique, d'éléments toxiques, ni de quantités excessives de matière organique et minérale (**Coulibaly, 2005**).

2. L'origine des eaux

L'eau existe dans la nature sous plusieurs formes et sa répartition sur le globe est inégale, cela est dû au climat et la structure du sol (**Vilaginés, 2000**).

Le total des ressources est de : 2.109 km³ dont (97%) en mer et océans le reste (3%) se trouve ailleurs et est représenté principalement par l'eau non salée, dans ces trois, on trouve :

- 18% d'eau profondes inexploitable
- 77% de glaces
- 5% autres constitué :
 - 3.5% dans les êtres vivants
 - 1% dans les rivières
 - 5.5% dans l'atmosphère
 - 20% d'eau souterraine superficielle
 - 30% lacs salé
 - 40% lacs eaux douces (**Hamed et al., 2012**)

2.1. Les eaux souterraines

Ce sont des eaux qui se trouvent sous le niveau du sol (**Ayad, 2016**), ce sont habituellement de bonne qualité et leur composition est due généralement à la composition des sols qui les contiennent et se caractérisent par l'absence d'oxygène, une faible turbidité et sont des eaux plus minéralisées (**Benaissa, 2013**). Les caractéristiques physico-chimiques de

ces eaux sont due au conditions primitifs du contact des eaux de pluie avec le sol (roches) et cette minéralisation dépend de la nature des roches traversées, de la solubilité des sels minéraux, du temps de contact de l'eau avec les minéraux (Viland *et al.*, 2001).

Les eaux souterraines sont pratiquement mobilisées (Figure 01), et captées par des forages et des puits, certaines nappes sont mêmes en surexploitation (Sadoune *et al.*, 2013).

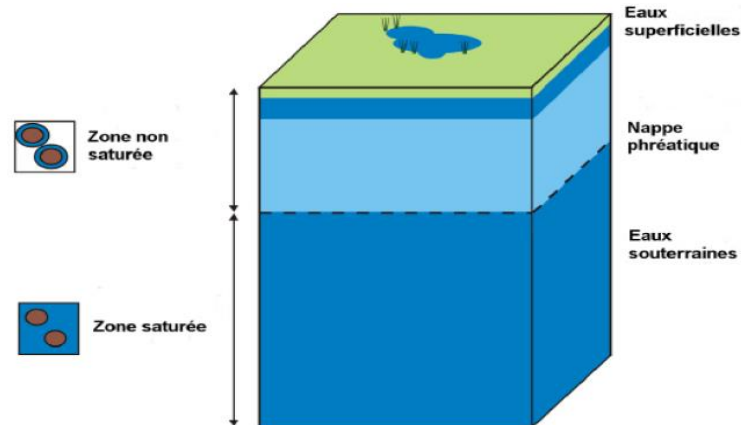


Figure 01 : Présentation des parties des eaux souterraines (Ramsar , 2010)

2.2. Les eaux superficielles

Ce type des eaux regroupe toutes sortes d'eau à la surface des continents (Figure 02) tell que rivières, lacs, étangs, barrages (Vilaginés, 2000). La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours. Elles sont caractérisées par la présence de gaz dissous en particulier de l'oxygène, ces eaux sont toutes contaminées et pour qu'elles seront consommable il faut leurs subir un traitement de base, tell que la clarification qui est l'élimination des matières en suspension (MES) ou bien la désinfection qui est l'élimination des micro-organismes parmi lesquels les pathogènes (Viland *et al.*, 2001).

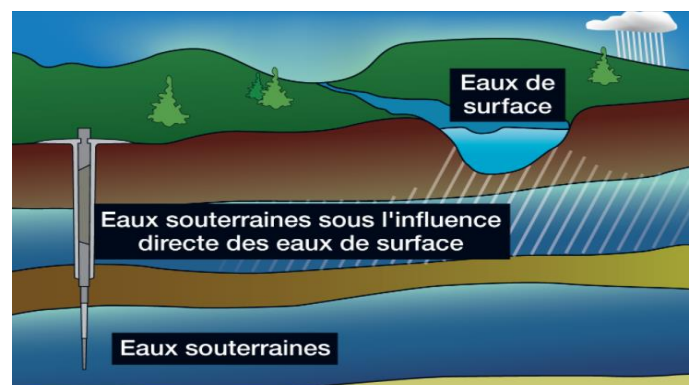


Figure 02 : Sources d'eau potable (Anonyme 01)

Tableau I: Principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines (Bourrier et Selmi, 2011)

Caractéristique	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variable suivant les saisons	Relativement constante
Turbidité, MES	Variable, parfois élevée	Faible ou nulle
Couleur	Liée surtout aux MES sauf dans les eaux très douces et acides et alcalins et salées	Liée surtout aux matières en solutions (acides humiques)
Minéraux globaux	Variables en fonction des terrains, des précipitations	Sensiblement constante en générale nettement plus élevés que dans les eaux de surface de la même région
Fe²⁺ et Mn²⁺	Généralement absents, sauf en profondeur des points d'eaux en état d'eutrophisation	Généralement présents
CO₂ agressif	Généralement absent	Souvent présent en grande quantité
O₂ dissous	Plus souvent au voisinage de la saturation.	Absent dans la plupart du temps
H₂S	Généralement présent	Souvent présent
NH⁴⁺	Présent seulement dans les eaux polluées	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
Nitrate, Nitrite, Silice	Peu abondants en générale	Teneur souvent élevée
Micropolluants minéraux et organiques	Présents dans les eaux de pays développées, mais susceptible de disparaître rapidement après suppression des sources.	Généralement absents mais une pollution accidentelle Subsiste beaucoup plus longtemps
Éléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes) virus, plancton (Animal et végétale) et champignon	Ferro-bactéries fréquents

3. Les origines de la pollution des eaux

La qualité et la disponibilité de la ressource en eau est sans conteste l'un des grands enjeux de notre siècle. Sa préservation passe par une meilleure gestion des polluants, essentiellement issus des activités humaines. Discernons d'où vient la pollution de la ressource en eau :

- **La pollution industrielle**

Avec les rejets de produits chimiques comme les hydrocarbures ou le PCB (Polychlorobiphényles) rejetés par les industries ainsi que les eaux évacuées par les usines.

- **La pollution agricole**

Avec les déjections animales mais aussi les produits phytosanitaires/pesticides (herbicides, insecticides, fongicides) contenus dans les engrais et utilisés dans l'agriculture. Ils pénètrent alors dans les sols jusqu'à atteindre les eaux souterraines.

- **La pollution domestique**

Avec les eaux usées provenant des toilettes, les produits d'entretien ou cosmétiques (savons de lessives, détergents), les peintures, solvants, huiles de vidanges...

- **La pollution accidentelle**

Avec le versement accidentel de produits toxiques dans le milieu naturel et qui viennent perturber l'écosystème.

3.1. Conséquences de la contamination de l'eau

Au cours des dernières années, on observe une augmentation d'apparition des maladies sous forme d'épidémies. Parmi ces maladies, citons celles à transmission hydrique qui sont le résultat d'une contamination pathologiques d'origine bactérienne, parasitaire ou virale qui sont par la suite considérées la première cause de morbidité parmi les maladies à déclaration obligatoire, (**Bahmed et al., 2004**). Parmi les maladies relatives à l'eau: le choléra, la légionellose, la malaria, la typhoïde...etc

4. Les paramètres de qualité des eaux potables

4.1. Les paramètres physico-chimiques

4.1.1. La température

La température de l'eau, est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques (**Makhoukh et al., 2011**). Elle joue un rôle important dans la solubilité de gaz et dans la dissociation des sels et dans la détermination du pH. En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques (**Rodier et al., 2005**). Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes (**OMS, 1994**), par contre une température inférieure à 10°C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux (**Rodier et al., 2009**).

4.1.2. Le potentiel d'hydrogène

Le pH est relatif à la concentration en ions d'hydrogène (H^+) dans un milieu. Il résume la stabilité établie entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (**Makhoukh et al., 2011**).

4.1.3. Conductivité

La conductivité est la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique, elle est directement proportionnelle à la quantité des sels minéraux dissous dans l'eau, ainsi, plus la concentration en solide dissous est importante plus la conductivité sera élevée. La mesure ne permet pas de déterminer quels sont les ions qui produisent cette conductivité (**Brémaud, 2006**). Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations, ainsi que la température de la viscosité (**Rejsek, 2002**).

4.1.4. Turbidité

C'est le degré de transparence d'un liquide (**Rodier, 2005**), elle représente les matières en suspension qui définissent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans l'eau. Elle est décrite en fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, de régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets...etc (**Makhoukh et al., 2011**).

Cependant les teneurs élevées en matières en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution (**Makhoukh et al., 2011**) et même une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes (MO) de se fixer sur ces particules donne la qualité bactériologique de

cette eau. Il est recommandé de mesurer de la turbidité après le prélèvement si c'est possible sinon l'échantillon doit être conservé à l'obscurité pour une durée maximale de 24 h, toute conservation prolongée peut provoquer des modifications irréversibles de la turbidité. La turbidité se mesure en unité néphelométrique (NTU) (**Ghazali et Zaid, 2013**). Les eaux convenablement filtrées et désinfectées ont des turbidités inférieures à 0,5 NTU (**Rodier, 2005**).

4.1.5. Nitrites NO_2^-

Les nitrites proviennent dans la métabolisation des composés azotés, ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniaque et les nitrites, sa présence est due soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque soit à la réduction des nitrates (**Degrement, 1984**), les nitrites sont répandus dans le sol, dans les eaux et dans les plantes, mais en quantités relativement faibles. Toutefois, une eau renfermant une quantité élevée de nitrites est considérée comme suspecte, car cette présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique (**Ayad, 2016**). Il est toutefois aussi important de signaler que les eaux en contact avec certains terrains et conduites peuvent contenir des nitrates indépendamment de toute souillure et ils peuvent être à l'origine de la formation de composés N-nitrosés dans l'appareil digestif qui sont suspectés d'être toxiques et cancérogènes (**Savary, 2010**).

4.1.6. Nitrates NO_3^-

Du latin nitrum se sont des sels de l'acide nitrique ils sont naturellement présents dans les eaux souterraines et superficielles (**Savary, 2010**), selon les milieux, leur concentration varie de 0,1 à 1 mg/l pour l'eau souterraine. L'apport de nitrates dans le sol, puis dans les eaux, est donc fortement lié à la quantité de matières organiques présente et aux conditions de milieu (**Demdoun, 2010**).

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. Cependant leurs teneurs dans les eaux usées non traitées sont faibles (**Makhoukh et al., 2011**) et sont aussi des éléments chimiques très solubles et très mobile dans l'eau, leurs présences dans les eaux souterraines avec des concentrations élevées indique fréquemment une contamination anthropique. Ils proviennent essentiellement de l'utilisation massive des sons azotés ou des rejets urbains non épurés. (**Bekkoussa et al., 2011**), leurs effets ne sont pas dangereux pour la santé mais c'est leur transformation en nitrites dans l'organisme qui présente un risque potentiel toxique (**Savary, 2010**).

4.1.7. Ammonium NH_4^-

Ammonium NH_4^- ou l'azote ammoniacale est assez souvent rencontré dans les eaux superficielles, il peut être d'origine naturelle de la décomposition des déchets végétaux et animaux (Savary, 2010). L'ammonium n'a pas d'effet appréciable sur la santé du consommateur mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution dans les eaux profondes, sa présence peut également être due aux conditions réductrices régnant dans une nappe, il doit être éliminé dans les eaux de consommation car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution (Desjardins, 1997).

4.1.8. La dureté totale

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau (TH) d'une eau correspond à l'ensemble des substances à base de calcium (Ca^{+2}) et de Magnésium (Mg^{+2}) qu'elle contient les principales substances que l'on appelle des sels sont les carbonates, les bicarbonates et les sulfates. Une eau de dureté nulle ne contient aucun de ces sels: c'est le cas de l'eau distillée. La dureté d'une eau dépend en effet des terrains qu'elle a traversé, plus ils contiennent de roche calcaire et magnésiennes plus l'eau est dure. Une eau de dureté faible, qui contient donc peu de sels de calcium et magnésium, est dite douce (Chaumeton, 2008). Selon les degrés de la dureté totale, l'eau est classée en plusieurs classes (Tableau II).

Tableau II : Classification de l'eau selon la dureté totale (Sari, 2014)

TH en degrés français (°F)	Spécificité de l'eau
0 à 6	Eau très douce
6 à 15	Eau douce
15 à 30	Eau moyennement dure
30 à plus	Eau très dure

4.1.9. Le titre alcalimétrique complet (TAC)

Le titre alcalimétrique complet (TAC) appelée également la dureté temporaire d'une eau, il exprime la dureté carbonatée (Navarre et Langlade, 2010) en mesurant la totalité des hydroxydes et carbonates (Berné *et al.*, 1991). Il est défini comme le volume d'acide HCl (exprimé en millilitres à 0.02 mol.l^{-1} en ions H_3O^+ nécessaire pour doser 100 ml d'eau en présence de méthylorange), le TAC s'exprime en °F.

4.1.10. Les chlorures (Cl⁻)

Les chlorures sont des anions inorganiques importants utilisés comme un indice de pollution ils sont présents en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sont trouvés en sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils influent sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux (**Makhoukh et al., 2011**).

La teneur en chlorures des eaux est liée à la nature des terrains traversés, les eaux de consommation se caractérisent par une teneur de chlorure qui ne dépasse pas 200 mg/l .dans le cas des chlorures de sodium l'inconvénient majeur est lié à la saveur de ces eaux par sa nature désagréable à partir de 250 mg/l (**Rodier, 1996**).

4.2. Paramètres bactériologiques

4.2.1. Les coliformes totaux

Les coliformes renferment un nombre d'espèces bactériennes qui fait partie de la famille des *Enterobacteriaceae* qui sont aérobies, anaérobies facultatives à Gram négatif, représentées par une forme bâtonnet, qui effectuent une production des colonies foncées à reflets vert métallique en moins de 24heures, à 37°C sur un milieu Endon contenant du lactose (**Rodier, 2006**). Ils peuvent être lié à une pollution fécale, pour cela, les coliformes totaux sont considéré autant qu'indicateur de la qualité microbienne de l'eau (**Mehanned, 2014**).

4.2.2. Enumération d'*Escherichia coli*

C'est des bacilles à Gram négatif qui appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*, sont des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir de tryptophane à 44°C. E.coli est trouvée dans les eaux d'égout, ainsi que dans toutes les eaux naturelles et les sols qui ont subi une contamination fécale récente, qu'elle soit due à l'homme, à l'agriculture ou à la faune sauvage, sa présence dans une eau est un indicateur d'une récente contamination d'origine fécale (**Bugoma Mushayuma et al., 2016**).

4.2.3. Les germes totaux

Les germes totaux sont des germes aérobies mésophiles leur dénombrement vise à estimer la densité de la population bactérienne générale dans l'eau potable. Il permet ainsi une appréciation globale de la salubrité générale d'une eau, sans toutefois déterminer les sources de contamination. D'une manière générale, le dénombrement est utilisé comme indicateur de pollution et également comme indicateur d'efficacité de traitement, en particulier des traitements physiques comme la filtration par le sol, qui devrait entraîner soit une très forte diminution de la concentration bactérienne, soit même une absence de bactéries (**Ayad, 2016**).

4.2.4. Les clostridium sulfito-réducteurs

Les clostridium sulfito-réducteurs regroupent l'ensemble des bacilles à Gram positif, anaérobies strict, et leur présence indique une ancienne contamination (**Rodier et al., 1996**). Ils ont la capacité de réduire le sulfite de sodium en sulfure et de sporuler dans les conditions défavorables (**Robert, 1999**). Ils sont aussi considérés comme des témoins d'une pollution ancienne (**Mehanned, 2014**).



Figure 03 : *Clostridium perfringens* sous microscope optique GX 1000 (**Pourcher, 2007**)

Chapitre 02

Matériel et méthodes

Présentation de l'organisme d'accueil et de la zone d'étude

I. Présentation de l'organisme d'accueil

Notre stage pratique a été réalisé au niveau du laboratoire d'Algérienne des eaux de Bejaia (ADE) où nous avons essayé d'évaluer la qualité physico-chimiques et microbiologique de l'eau de consommation récoltée.

1. L'algérienne des eaux de la wilaya de Bejaia

L'entreprise de la distribution des eaux minérales industrielles d'assainissement de la wilaya de Bejaia (EDEMIA), a été créée le 12 juillet 1987 sous la dénomination EPE de Sétif. Elle devient une unité de traitement des eaux indépendante sous le nom ADE-unité de Bejaïa et prend désormais en charge la gestion de l'eau potable dans 18 communes que gère l'établissement le 30 juin 2004, et en 2007 elle gère 52 communes.



Figure 04 : Le laboratoire central de l'ADE (Unité de Bejaia)

2. Infrastructures hydraulique

La station centrale compte trois réservoirs de 1000 m³ chacun, trois chaînes de refoulement permettant l'alimentation de la quasi-totalité de la ville de Bejaia, l'ADE (unité de Béjaïa) dispose également :

- 143 Réservoirs
- 31 Forages
- 14 Sources
- 05 Puits

- 89 Groupe électropompe horizontale
- 45 Groupe électropompe immergé

3. Mission de l'ADE (unité de Béjaïa)

L'algérienne des eaux (unité de Béjaïa) a pour objectifs :

- La production et la distribution de l'eau
- L'exploitation des ressources en eau
- Le traitement et le contrôle de la qualité de l'eau
- La réalisation de tous les travaux en rapport avec ses activités

L'ADE (unité de Béjaïa) gère six secteurs de la wilaya de Bejaia regroupant treize communes et principalement la ville de Bejaia, Oued Ghir, Aokas, Tizi N'berber, Kherrata, Souk El-Tnin, Sidi aiche, Melbou, Tichy, Boukhlifa, Tala Hamza, amizour et barbacha.

4. Distribution :

Plus de 354 200 habitants de la Wilaya de Béjaïa sont alimentés par l'ADE à travers le territoire de 14 communes. La population totale de la wilaya étant de 958189 répartie en 52 communes. Le nombre d'abonnés géré au 31 décembre 2004 est de 59342 toutes catégorie confondue se répartissent comme suit :

- Catégorie I : Ménage = 53230
- Catégorie II : Administration = 774
- Catégorie III : Service = 4955
- Catégorie IV : Industrie et tourisme = 362
- Catégorie V : Gros = variable
- Catégorie VI = Livraison par citernes.

5. Traitement et contrôle de la qualité

La chloration apparaît comme l'ultime étape d'un processus complexe de prise de conscience de l'importance de la qualité de l'eau potable.

Les différents contrôles effectués au niveau du laboratoire d'ADE sont comme suit:

- Contrôle bactériologique : Ce contrôle sert à vérifier la qualité bactériologique de l'eau distribuée, par la recherche de germes indicateurs de la pollution.
- Contrôle physico-chimique : Le contrôle physico-chimique consiste à mesurer dans le réseau de distribution les 17 substances inorganiques et les 42 substances organiques.

- Contrôle de désinfection : Il consiste à contrôler la teneur en chlore résiduel

II. Présentation de la zone d'étude

El Maghra est une zone qui appartient à la commune de Boukhlifa qui est située à l'est du centre ville de Bejaia, cette zone se situe à côté de la mer méditerranéenne avec une plage autorisée à la baignade qui fait 88000 mètres carrés de superficie, sa longueur est de 1100 mètres, et sa largeur est de 80 mètres.

Objectif de l'étude

Le but de notre travail consiste à réaliser une étude sur la qualité de l'eau de fourrage de la région de Tichy par la réalisation des analyses physico-chimiques et bactériologiques, et enfin de déterminer leurs potabilités en les comparant aux normes internationales.

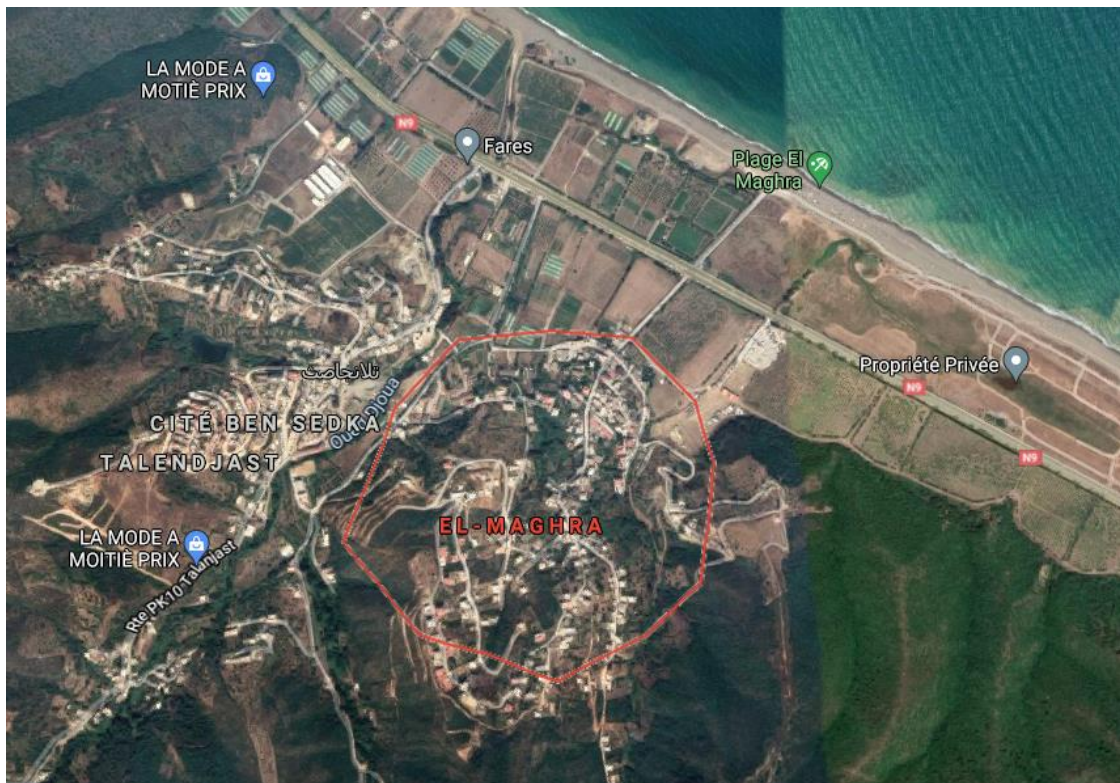


Figure 06 : Image satellite de la région El Maghra (Anonyme 02)

Matériel et méthodes

1. Echantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé le 20 Avril 2021.

Deux prélèvements ont été effectués dans la zone d'étude (Tichy) par des flacons dont l'un est en plastique exploité pour les analyses physico-chimiques et un autre en verre borosilicate stérile pour les analyses bactériologiques. Les flacons sont débouchés au moment de la prise et rebouchés une fois remplis, étiquetés et conservés dans une glacière avant d'être délivrés au laboratoire d'ADE de Bejaia.

2. Paramètres physico-chimiques

2.1. Température

La sonde du thermomètre est émergée dans un bécher au laboratoire contenant l'échantillon à traiter. Une fois la stabilisation du thermomètre, le résultat sera affiché directement sur l'appareil en C°.

2.2. Détermination du pH

La mesure du pH se fait à l'aide d'appareil multi paramètres, selon les étapes suivantes : Prendre 100 ml d'eau à analyser dans un petit bécher, infiltrer l'électrode de l'appareil dans le bécher, puis effectuer une lecture après avoir laissé l'appareil se stabiliser.

2.3. Mesure de la conductivité

Le bécher est rincé avant l'utilisation avec de l'eau distillée, prendre environ 100ml d'eau à analyser, dans le bécher, infiltrer l'électrode d'appareil multi paramètres dans le bécher, puis effectuer une lecture après avoir laissé l'appareil se stabiliser.

2.4. Turbidité

Remplir une cuvette de mesure propre avec l'échantillon à analyser qui est bien homogénéiser, essuyer avec du papier hygiénique, placer la cuvette dans le turbidimètre et effectuer la lecture à une longueur d'onde de $860 \text{ nm} \pm 30 \text{ nm}$.

2.5. Dosage des nitrites NO_2^-

Deux fioles ont été préparées, dont l'une contient 20 ml d'eau distillée (témoin) et l'autre 20 ml d'eau a analysé. 0.5ml du réactif Mixte (**Annexe 01**) été ajoutés pour chacune

des fioles, homogénéiser immédiatement, puis incuber dans l'hôte pendant 10min, effectuer les lectures au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 543 nm.

2.6. Dosage des nitrates NO_3^-

Prendre 10 ml d'eau à analyser, ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30%, ajouter 1 ml de salicylate de sodium, évaporation à l'étuve 75° à 80°C puis laisser refroidir dans le dessiccateur contenant des particules de KCl. Reprendre le résidu avec 2 ml de H_2SO_4 puis laisser reposer 10 min. Ajouter 15 ml d'eau distillée, et 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium.

Lire la DO au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 420 nm, le résultat est donné en mg/l, pour obtenir la teneur en nitrate NO_3^- , multiplier le résultat par 4,43.

2.7. Dosage de l'ammonium NH_4^-

Deux fioles ont été préparées, dont l'une contient 20 ml d'eau distillée (témoin) et l'autre 20 ml d'eau a analysé, 2ml du réactif I ont été ajoutés pour chacune des fioles. Par la suite ajouter 2ml du réactif II coloré pour chacune des fioles (**Annexe 02**). Le mélange est déposé pendant 1h dans la hôte, effectuer une lecture par le spectrophotomètre à 655 nm.

2.8. Détermination de la dureté totale (TH)

Dans un bécher gradué verser 50 ml d'eau à analyser, ajouter 0.8ml de la solution tampon (**Annexe 03**) Ajouter un indicateur de coloration, titrer avec l'EDTA jusqu'à l'apparition d'une couleur bleu.

2.9. Dosage des chlorures Cl^-

Dans un bécher gradué verser 5 ml d'eau à analyser, ajouter 2 gouttes de chromate de potassium K_2CrO_7 (coloration jaunâtre). Titrer avec la solution de Nitrate d'Argent (AgNO_3) jusqu'au changement de couleur brunâtre.

Les résultats sont exprimés en mg/l, ils sont calculés avec la formule suivante :

$$[\text{Cl}^-] = F \times [(\text{FD} \times \text{Veq}) - \text{VBL}] \quad [\text{Cl}^-] = 7.1 \times [(2 \times \text{Veq}) - \text{VBL}]$$

2.10. Détermination du titre alcalimétrique complet TAC

Dans un bécher gradué verser 50 ml d'eau à analyser, ajouter 2 gouttes de la solution de méthylorange jusqu'à l'obtention d'une coloration jaune. Titrer avec la solution HCl jusqu'au changement de couleur au jaune orangé.

2.11. Teste du chlore

Prendre un tube à essai et le remplir avec l'eau à analyser. Ajouter au tube une capsule de DPD (la coloration en rose signifie la présence de chlore). Placer le tube dans le colorimètre (comparateur). Estimer la concentration du chlore selon le degré de coloration (chaque couleur correspond à une certaine concentration).

3. Paramètres Bactériologiques

Les analyses bactériologiques qui ont été effectuées consistent à :

- Rechercher les coliformes totaux,
- Rechercher les germes totaux,
- Recherche d'*Escherichia coli*
- Recherche des Clostridium sulfito- réducteur

3.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux

La recherche et le dénombrement des coliformes a été faite par la méthode de filtration sur membrane à 0,45m en milieu solide.

Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse, poser la membrane sur la plaque poreuse de la rampe de filtration. Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler, remplir les réservoirs de la rampe par l'eau à analyser. Une fois le filtre est sèche, récupérer avec une pince stérile et déposer le filtre sur le milieu sélectif Tergitol en faisant attention de ne pas avoir des bulles d'air. Incuber les boîtes de Pétri à 37°C/24h.



Figure 08: Les étapes d'analyse bactériologique des coliformes totaux

La lecture se fait après 24 heures d'incubation, puis repiquées sur le milieu TSA pour confirmer la présence des coliformes et des *E.coli*.

a- Test confirmatif

Le test confirmatif s'effectue sur milieu TSA comme suit :

Isoler la colonie à l'aide d'une anse de platine, et l'ensemencer en stries à la surface de la gélose de TSA, infiltrer l'anse de platine dans le milieu Schubert en secouant le tube délicatement pendant quelques secondes. Incuber le tube à 37°C pendant 48 heures.

3.2. Recherche d'*Escherichia coli*

Pour les tubes de Schubert qui présentent des résultats positifs, quelques gouttes de réactif Kovacs ont été ajoutées, s'il y a apparence d'un anneau rouge en surface, ceci implique la présence d'*E.coli*.

- **Test d'oxydase (test alternatif)**

A l'aide d'une pince mettre un disque d'oxydase sur le couvercle de la boîte de Petri, verser quelque goutte de l'eau distillée sur le disque, prélever la colonie et la frotter sur le disque jusqu'à l'apparition d'une couleur violette.

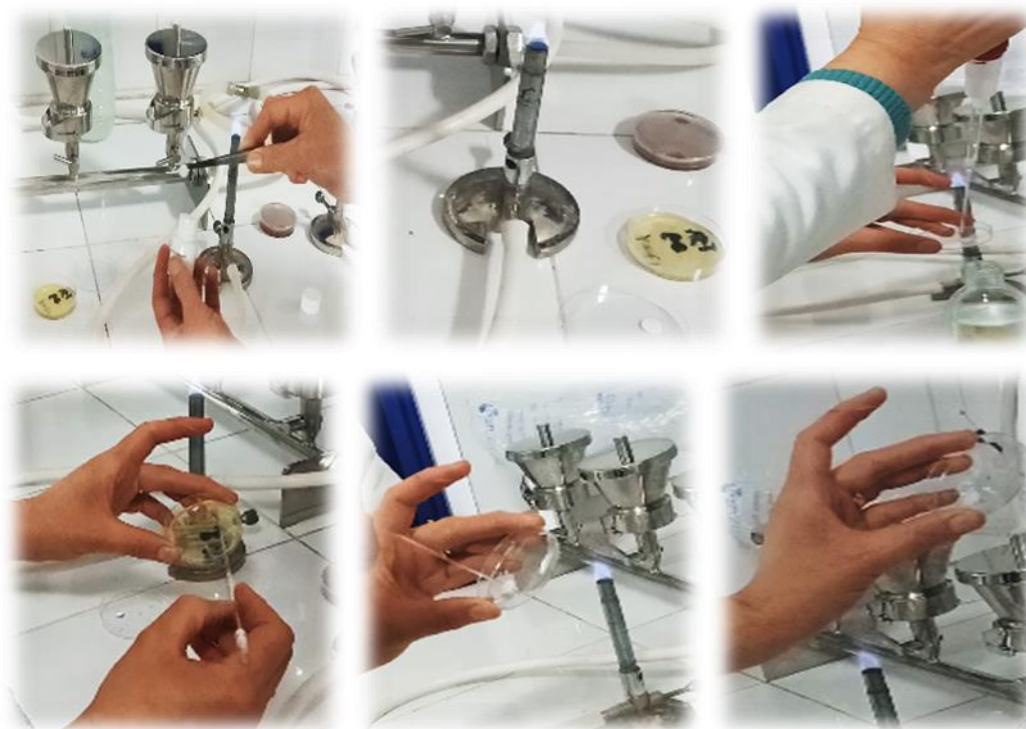


Figure 09: Les étapes de la réalisation du test d'oxydase

3.3. Recherche des germes totaux

Prendre 2 boîtes de Pétri stériles, et on dépose dans chacune 1 ml d'eau à analyser, compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 20 ml de gélose TGEA fondue en surfusion (45 C°).

Faire des mouvements circulaires en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose et laisser se solidifier. Incuber la première boîte à 37°C pendant 48h et incuber la deuxième à 22°C pendant 72h.

3.4. Recherche de clostridium sulfito-réducteur

Faire chauffer l'échantillon à 80° pendant 5 min, filtrer 100 ml d'échantillon (filtre 0.22µm), préparer dans un tube stérile 2 gouttes d'Alen de fer avec 10 gouttes de sulfite de Na⁺ et 10 ml de VF (viande foi), déposer le filtre à l'envers puis verser le milieu VF, incuber à 37°C pendant 48h.

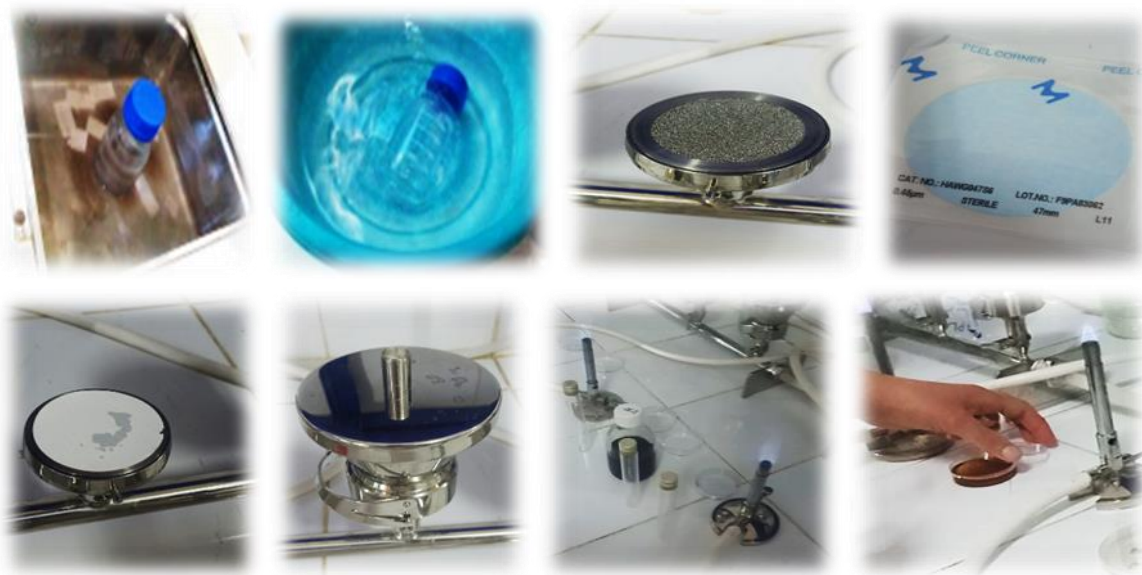


Figure 10: Les étapes d'analyse microbiologique de la recherche des CLOS

Chapitre 03

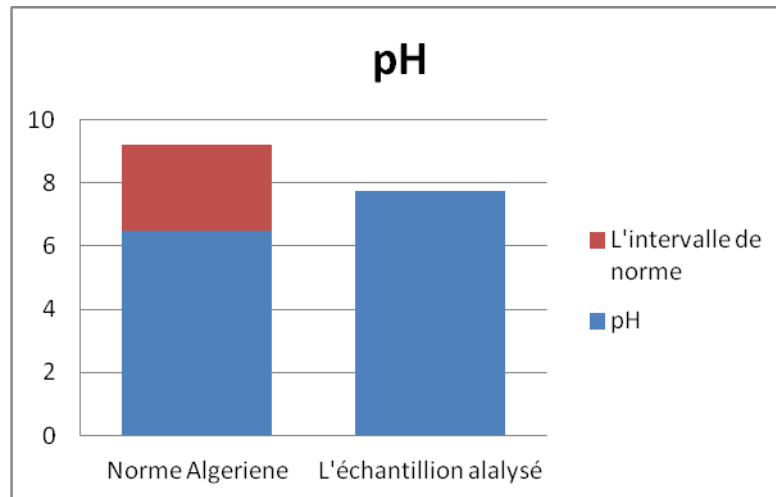
Résultats et discussions

Les résultats des analyses effectués dans ce travail sur les eaux de consommation sont interprétés selon les normes physico-chimiques et microbiologiques des normes algériennes (Tableau Annexe 4 et 5)

1. Les résultats des analyses physico-chimiques

1.1. Le pH

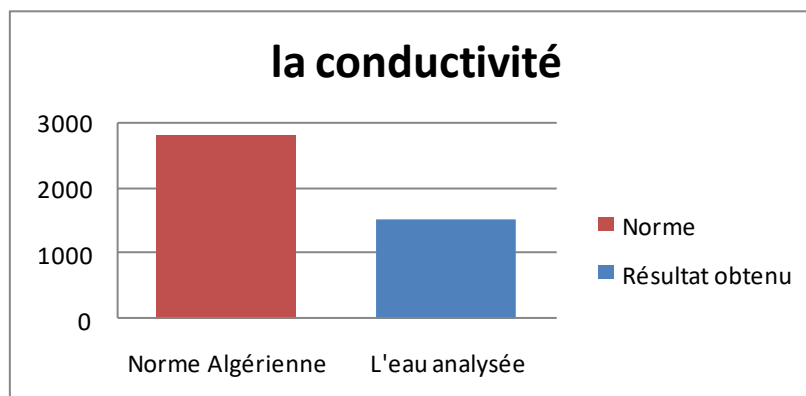
Figure 11 : Les résultats d'analyses du paramètre pH



La moyenne du pH de notre échantillon est de 7,75, cela est lié aux terrains traversés par cette eau, ceci est dû à la nature des aquifères des sources. Cette valeur est voisine de la neutralité mais toujours situées dans les normes exigées par les normes Algériennes de potabilité (pH compris entre 6,5 – 8,5), notre échantillon est par conséquent de qualité acceptable concernant ce paramètre.

1.2. la conductivité

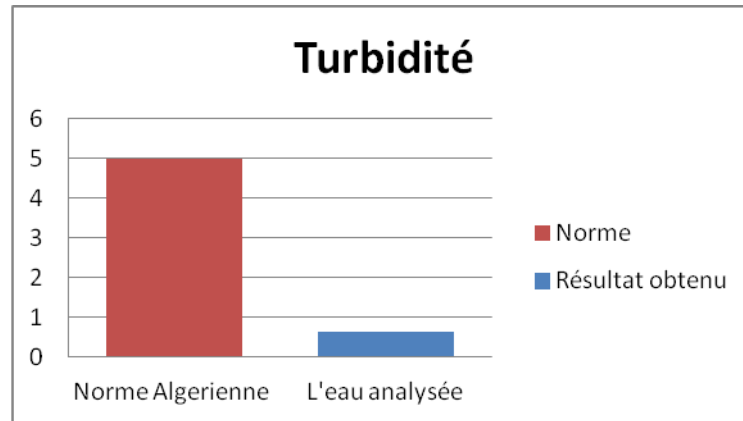
Figure 12 : Résultats d'analyses du paramètre de conductivité



La valeur de conductivité de cette source ne dépasse pas la norme Algérienne qui est inférieure à $2800\mu\text{s}/\text{cm}$ qui traduit une eau de bonne qualité en termes de conductivité. Ce résultat peut être justifié par la nature géologique des terrains traversés par l'eau.

1.3. Turbidité

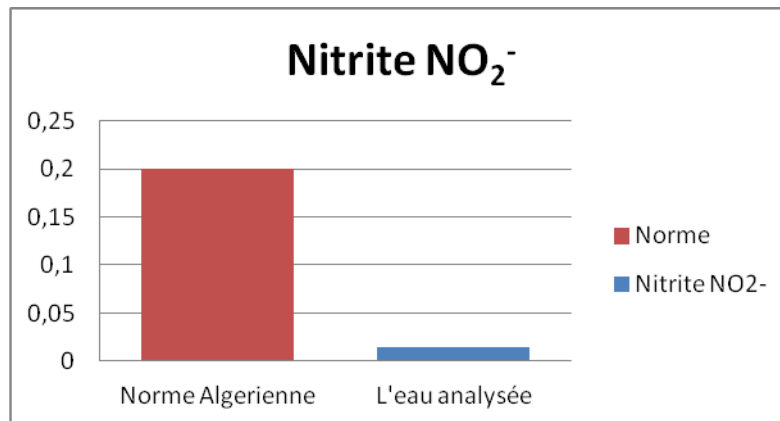
Figure 13 : Résultats d'analyses de la turbidité



Le résultat obtenu à l'aide d'un turbidimètre détermine une valeur de 0.636 NTU. Après comparaison de ces valeurs avec les valeurs fixées par la norme Algérienne (5 NTU) (Tableau Annexe 05), on trouve que cette eau est conforme, cela témoigne que l'échantillon analysé est d'excellente qualité en termes de turbidité.

1.4. Dosage des nitrites NO_2^-

Figure 14 : Résultats d'analyses des nitrites NO_2^-

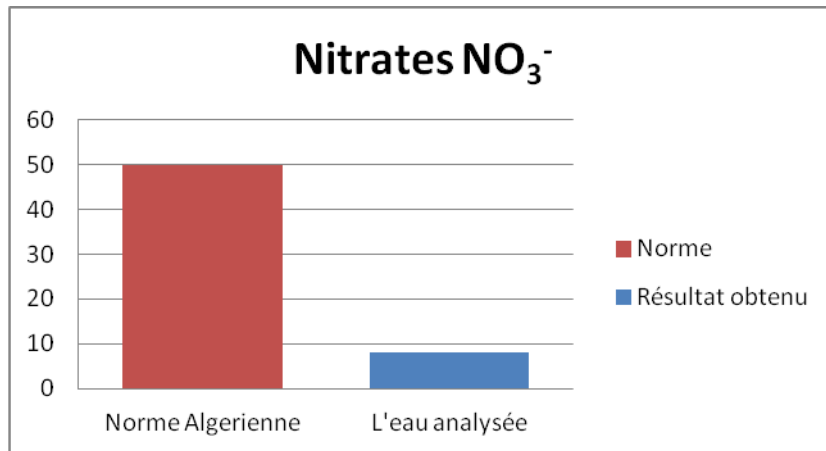


Le résultat enregistré montre que la présence de nitrite dans notre échantillon est très faible, ne dépasse pas la norme Algérienne (Tableau Annexe 5), c'est une preuve de l'absence de pollution liée aux activités humaines (rejets urbains, industriels et surtout agricoles et élevage intensifs).

Ceci nous permet de dire que cette eau analysée est de bonne qualité concernant le nitrite.

1.5. Dosage des nitrates NO_3^-

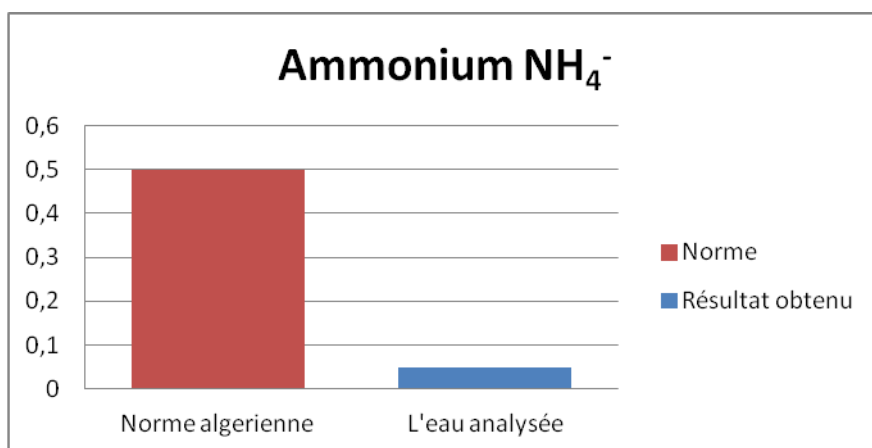
Figure 15 : Résultats d'analyses des Nitrates NO_3^-



L'échantillon analysé donne une valeur de 8,03 mg/L est ça montre qu'il ne dépasse pas la norme Algérienne de 50 mg/L (**Tableau Annexe 5**), c'est une preuve de l'absence de lessivage des engrais et de l'azote reminéralisé sur les zones de culture (le cas des zones agricoles), ou bien loin des eaux usées domestique et parfois industrielles. Ceci nous permet de dire que cette eau analysée est de bonne qualité concernant les nitrates.

1.6. Dosage de l'ammonium NH_4^-

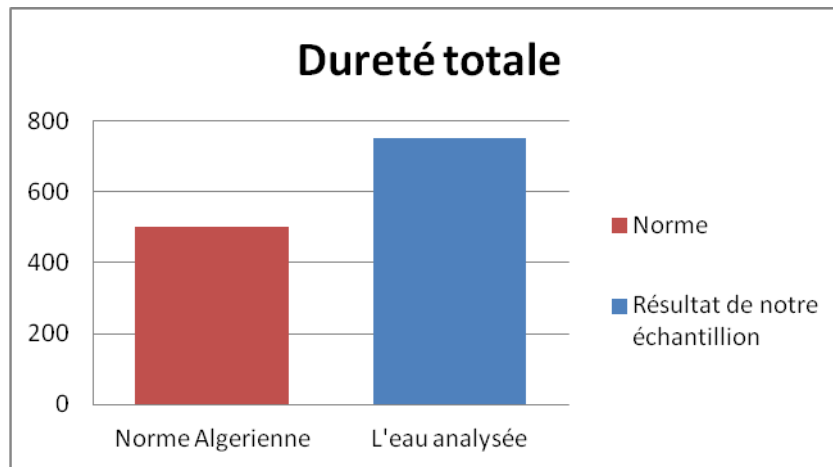
Figure 16 : Résultats d'analyses d'Ammonium



La teneur en ammonium dans l'eau analysée est de 0,048 mg/L, elle est inférieure à la valeur de la norme Algérienne qui est de 0,5 mg/L, cela est dû à l'infiltration de la matière organique azotée (d'origine anthropique ou naturelle) dans le sol.

1.7. Détermination de la dureté totale (TH)

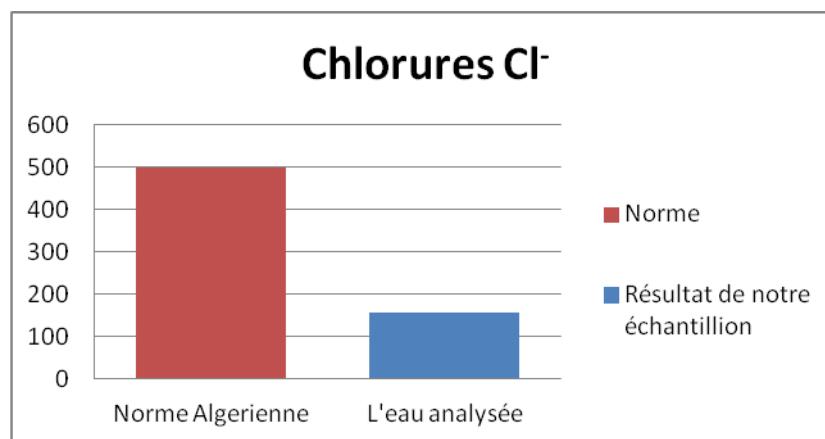
Figure 17 : Résultats d'analyses de la dureté totale



Le résultat obtenu montre que la dureté totale de notre échantillon est de 752 mg/L, cette valeur dépasse la norme Algérienne qui se limite vers 500 mg/L. Cette eau à titre hydrométrique élevée est dit eau dure, cela est peut être du au lessivage des terrains traversés est produit par les sels de calcium et magnésium. Donc, notre eau est non acceptable par rapport à la dureté totale.

1.8. Dosage des chlorures Cl^-

Figure 18 : Résultats d'analyses des chlorures Cl^-

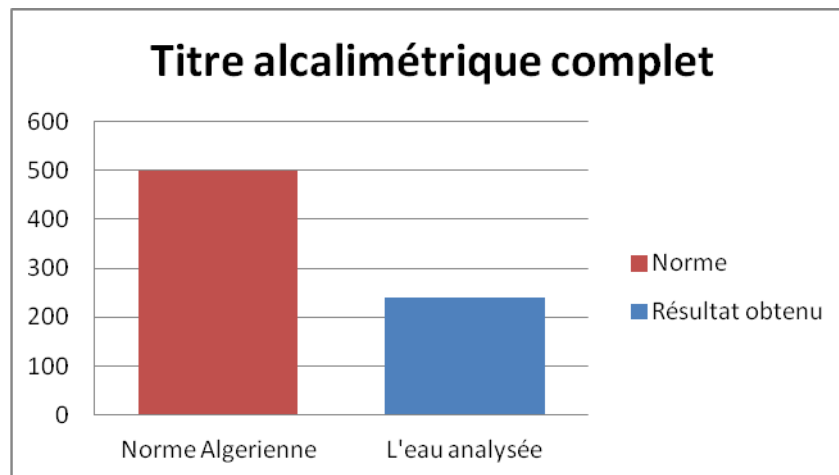


D'après les normes Algériennes, pour les chlorures (500 mg/L) les valeurs de ce paramètre pour l'eau analysée ne dépassent pas cette norme avec (158 mg/L). Ce résultat peut être expliqué par la nature des terrains traversés par cette eau telle que les formations argilo-

sableuses ou argileuses, ce qui facilite la dissolution des terrains salifères. Donc elle est d'une qualité acceptable concernant le chlorure.

1.9. Détermination du titre alcalimétrique complet TAC

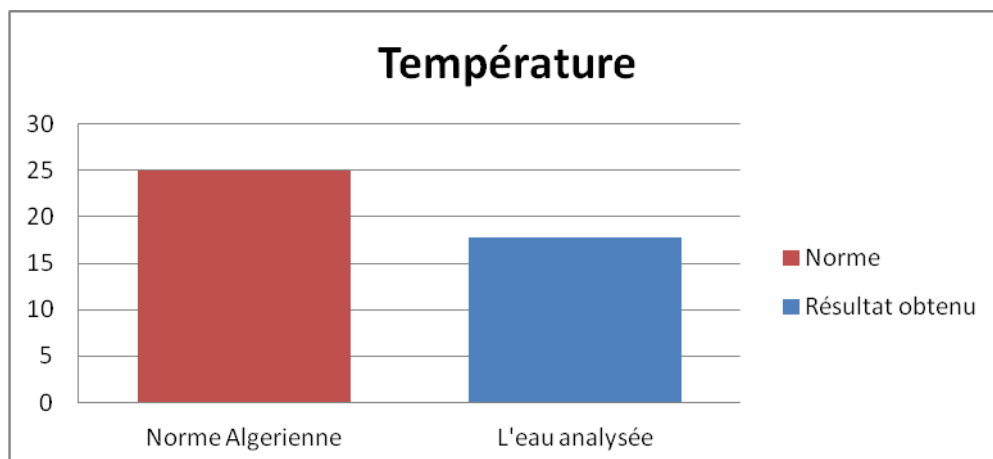
Figure 19 : Résultats d'analyses de TAC



Le titre alcalimétrique complet de notre échantillon est de (240 mg/L) et presque la moitié de la valeur de la norme Algérienne de TAC (500 mg/L). D'après les deux valeurs on constate que le résultat d'analyse est inférieur à la, il peut être expliqué par la nature des terrains traversés. Donc elle est de bonne qualité concernant le titre alcalimétrique complet.

1.10. Température

Figure 20 : Résultats d'analyses de la température



La température de l'eau analysée est de 17,8 C° qui est inférieur de la norme (25 C°), sachant que la température des eaux de sources est constante, le résultat peut dépendre du cadre climatologique de la région et l'heure de prélèvement et même la T° est prise après le transport des échantillons dans une glacière.

2. Les résultats des analyses bactériologiques

Tableau III : Résultats d'analyse bactériologiques

	Coliforme totaux	<i>E.coli</i>	Germe		Clostridium sulfito-réducteur
			22 C°	37 C°	
L'eau analysée	00	00	06	00	00

2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux

D'après le résultat illustré par le tableau III, on observe l'absence total de coliformes totaux dans l'eau échantillonné, cela répond aux normes de potabilité exigées par la norme Algérienne (**Tableau Annexe 4**), ainsi, cette eau est de qualité excellente en fonction des coliformes totaux. Ceci peut être en relation avec l'absence des rejets industriels.

2.2. Recherche d'*Escherichia coli*

D'après le tableau III, aucun signe de présence d'*E. coli* n'est déploré dans l'eau analysée. L'eau est conforme aux normes Algérienne (**Tableau Annexe 4**). Cette absence peut confirmer qu'il n'y à pas de pollution fécale, donc cette eau est de qualité acceptable en termes de coliformes fécaux du genre *E. coli*.

2.3. Recherche des germes totaux

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme un type d'indicateur beaucoup plus général, vis-à-vis de toute pollution microbiologique; celui-ci détermine la totalité de la charge bactérienne.

D'après les résultats obtenus le dénombrement des germes totaux à 22C° a marqué la présence de 6 colonies qui sont peut être dû à une contamination pendant le prélèvement ou même durant la manipulation au laboratoire, contrairement au dénombrement des germes totaux à 37C° qui a révélé une absence totale de germes, donc on conclue que ces résultats sont conformes aux normes Algérienne de potabilité (**Tableau Annexe 4**).

2.4. Recherche et dénombrement de clostridium sulfito-réducteur

Selon le résultat obtenu, aucun signe de présence des clostridium sulfito-réductrice n'a été remarquée durant la lecture, ce qui nous a permis de dire qu'il présente une conformité a la valeur indicative de la norme Algérienne de potabilité (**Tableau Annexe 04**), donc cette eau analysées est de qualité acceptable pour le paramètre bactériologique relatif aux clostridium sulfito-réductrice. Cette conformité résulte de l'absence des latrines et des fosses septiques susceptibles de causer une pollution fécale.

Conclusion

Conclusion générale et perspectives

L'eau est l'élément naturel qui fait l'objet d'une surveillance attentive pour la prévention de la santé publique. La question de la qualité de l'eau au sein des programmes humanitaires se pose essentiellement à la consommation humaine et d'irrigation. Contrairement à la mauvaise qualité de l'eau qui peut être induite par des activités anthropiques ou par des phénomènes naturels, et constitue sans aucun doute une menace pour les habitats qui puisent l'eau nécessaire à leurs besoins.

Notre étude porte sur l'étude comparative de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau traitée du fourrage d'El Maghra avec les normes algériennes des caractères cités en mois d'avril 2021. Les différentes analyses effectuées sur les échantillons d'eau ont permis d'évaluer sa qualité qui est par la suite conclue comme une eau avec une qualité acceptable car les résultats des analyses sont conformes et en accord aux normes algériennes puisque les résultats des analyses physico-chimiques ont montrés que les caractéristiques physicochimiques de l'eau sont dans les intervalles des normes nationales à l'exception de la dureté totale, et les résultats des analyses bactériologiques ont relevés que le dénombrement est aussi dans l'intervalle des normes bactériologiques des eaux Algériennes.

L'analyse de l'eau reste toujours nécessaire pour protéger le consommateur. En perspective, il sera intéressant de faire l'analyse de l'eau des puits dans d'autres régions de la commune de Boukhlifa pour découvrir toute contamination des eaux souterraines et ces eaux doivent être réservées surtout pour les besoins domestiques. En outre, il sera évident de les protéger, et les traiter préalablement avant leur déversement dans les profondeurs de la terre pour éviter les contaminations des fourrages et les puits.

Références bibliographiques

A

1. Anonyme 01 : https://files.ontario.ca/final_french_nmyrr_guide_sep_2017_0.pdf
2. Anonyme 02 <https://www.google.com/maps/place/El-Maghra>
3. Ayad.W, (2016) : Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-harrouch (wilaya de Skikda), mémoire de doctorat, université Badji Mokhtar, ANNABA, Algérie.

B

4. Bahmed L., Djebabra M. & Abibsi A., (2004). Démarche d'intégration du concept qualité – sécurité - environnement aux systèmes d'alimentation en eau potable. N°03. p 115-128.
5. Batumike Cishibanji P., Kabugu Rutegamaboko J.(2016), analyse bactériologique des eaux consommées par la population du groupement d'irhambi / katana, sud Kivu, rd Congo, No. 1,p 162-168
6. Baziz N., 2008. Etude sur la qualité de l'eau potable et risque potentiels sur la santé cas de la ville de Batna. Mém. Mag. Univ. Batna. 144p.
7. Bekkousa B., Mehdi M., Khaldi A. (2011), Simulation du transport des nitrates dans les eaux de l'aquifère pilo-quaternaire de la plaine de ghriss (Nord-ouest Algérien), P 25-28.
8. Benaissa .F, (2013) : Etude sur le procédé d'osmose inverse pour le dessalement des eaux faiblement saumâtres, mémoire de master, université Aboubakr Belkaïd, Tlemcen, Algérie.
9. BERNE, F. *Traitement des eaux usées*, Edition TECHNIP, paris,(1991).
10. BOURRIER, R, SELMI, B. *Technique de la gestion et de la distribution de l'eau*, Edition Moniteur, paris,2011, p. 353-402.
11. Brémaud C. (2006), Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural, Edition, Educagri, p214.

C

12. Chaumeton H.(2008), l'Encyclopédie pratique de l'aquarium, Edition, Aretemis, p15.
13. 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, Université de Bamako.69p.

D

14. DEGUMENT, (1984), TOME 1, Mémento technique de l'eau, 9ème édition. Lavoisier, Paris.
15. Demdoun .A, (2010) : Etude Hydrogéochimique Et Impact de La Pollution Sur Les Eaux de La Région d'El Eulma, thèse de doctorat , université Mantouri Constantine, Algérie.
16. DESJARDINS-R, (1997), Le traitement des eaux, 2ème édition revue et corrigée. Raymon. P302-304.

H

17. Hamed .M, Guettache. A, Bouamer .L, (2012) : Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA Bechar, mémoire de master, Université de Bechar, Algérie.
18. HOFFMANN, F, AULY, T, *et al.* *L'eau, les petits vocabulaires de la géographie*, Edition confluentes, paris, 2014, p. 94.

G

19. Ghazali, D., Zaid, A.(2013):Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknès, Maroc). Larhyss Journal, ISSN 1112- 3680, n° 12, pp. 25-36.

L

20. Liferki M. (2015), Etude des propriétés physico-chimiques et Bactériologiques de l'eau du barrage Sidi M'hamed Ben Taiba, Mémoire de Fin D'Etude, universite djilali bounaama de khemis miliana, Faculté des Sciences et de la Technologie, P 1-49.

M

21. Makhoukh M., Sbaa M., Berrahou A., Clooster M VAN. (2011), contribution a l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (Maroc oriental), n° 09, p 149-169.
22. MAZZUOLI, L. *la gestion durable de l'eau : ressource. Qualité. Organisation.* Edition Dunod, paris, 2012, p. 249 (ISBN :978-2-10-055026-5).
23. Mehanned S., Chahlaoui A., Zaid A., Chahboune M., Dehbi A. 2014, Estimation de la charge de pollution bactériologique des eaux des deux affluents (Mikkés et Mellah) et son impact sur la qualité microbiologique des eaux du barrage Sidi Chahed (Maroc), PP 01-10.
24. Michard G. (2002). Chimie des eaux naturelles. Principes de géochimie des eaux. Édition Publisud. 565p.

N

25. Navarre C., Langlade F. 2010, L'oenologie, 7^{ème} Edition, Lavoisier, paris.

O

26. OMS. (1994), Directives de qualité pour l'eau de boisson, recommandations, Organisation mondiale de la Santé, 2^{ème} édition, volume 1, p202.

P

27. Pourcher, S. (2007), Apport diagnostique du dénombrement de clostridium perfringens dans l'intestin grêle des ruminants suspects d'enterotoxémie.

R

28. Ramsar, (2010) : Gestion des eaux souterraines ; Lignes directrices pour la gestion des eaux souterraines en vue de maintenir les caractéristiques écologiques des zones humides, 4^{ème} édition, Switzerland, P : 12-13.
29. REJSEK F, (2002) : Analyse des eaux- Aspects réglementaires et techniques, biologie technique CRDP d'aquitaine p : 358.
30. ROBERT, H. *Qualité microbiologique des eaux brutes distribuées par BRL : exigence et conception d'un suivi adapté*. Mémoire de fin de formation : ingénieurs du génie sanitaire : école nationale de la santé publique, 1999, p. 81.
31. Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. (2005), L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Edition. Dunod, Paris, p1384.
32. Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. (1996), eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer : chimie, physicochimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats, 8^{ème} Edition, Dunod, paris, p936-937
33. Rodier J., Legube B., Merlet N. (2009), L'analyse de l'eau, 9^{ème} édition, Edition. Dunod, P1579.

S

34. Sadoune A., Derradji F. (2013), Vulnérabilité et gestion des ressources des ressources en eau dans la région d'Annaba et El taraf.
35. Sari. H, (2014), Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source Attar , Tlemcen, mémoire de master , université Abou Bakr Belkaid , Tlemcen, Algérie.

Références bibliographiques

36. SAVARY, P .avril 2010. *Guide des analyses de la qualité de l'eau*, bureau d'études spécialisé assistance à maîtrise d'ouvrage et expertises, paris, , p. 100-181. (ISBN :978-2-35295-945-8).

V

37. Vilagines, (2000) . *Eau, environnement et santé publique*, Edition Tee et Doc., Lavoisier, 2000, p: 5-164.
38. Viland M., Montiel A., Duchemin J., Lariviere M., Zarrabi P., Graphisme C. (2001), *Eau et Santé Guide pratique pour les intervenants en milieu rural africain* (ISBN: 2·B6B44-1).

Annexes

Annexes

Annexe 01 : le matériel utilisé dans cette étude

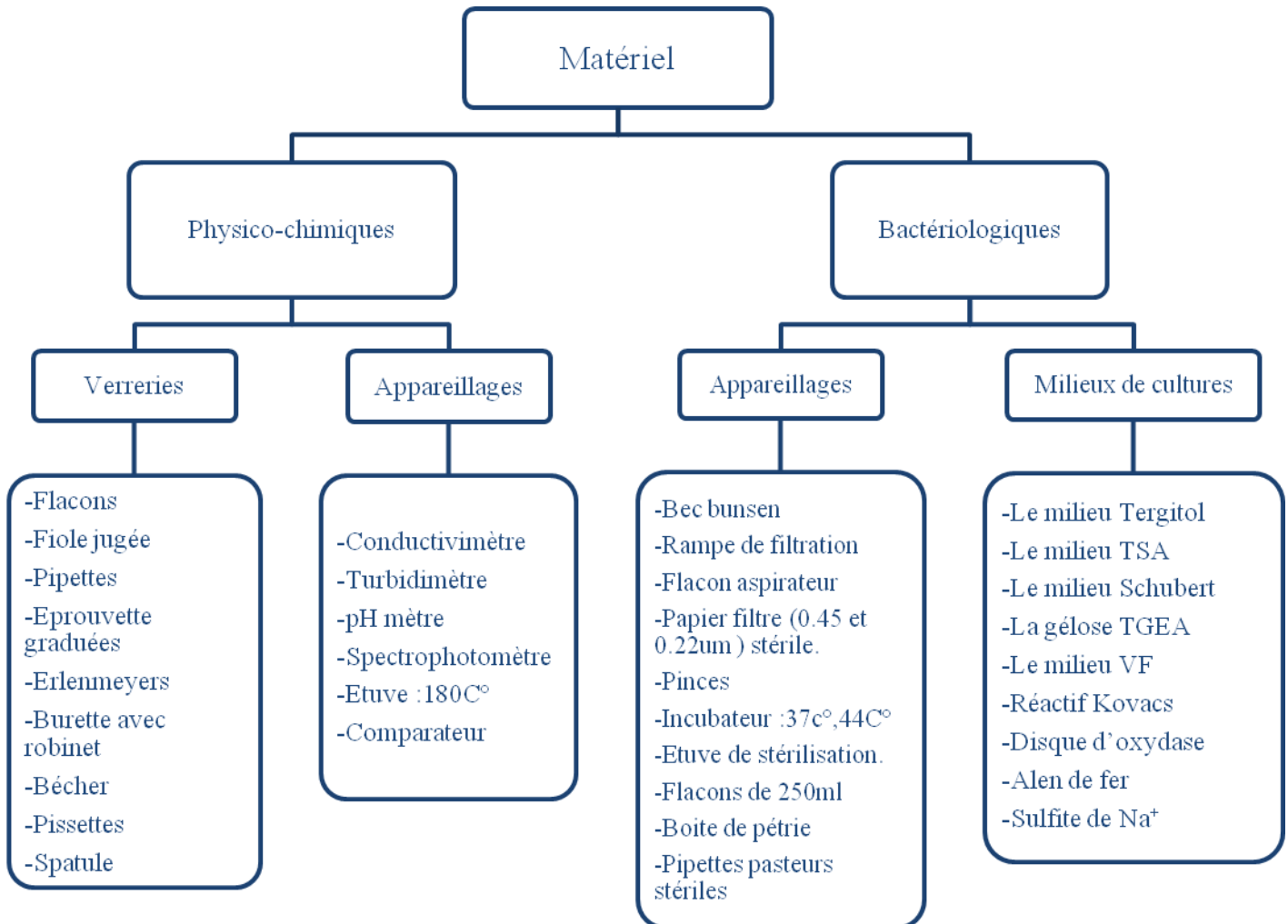


Figure 21 : Organigramme du matériel utiliser dans l'étude

Annexe 02 : L'organigramme de la structure de laboratoire

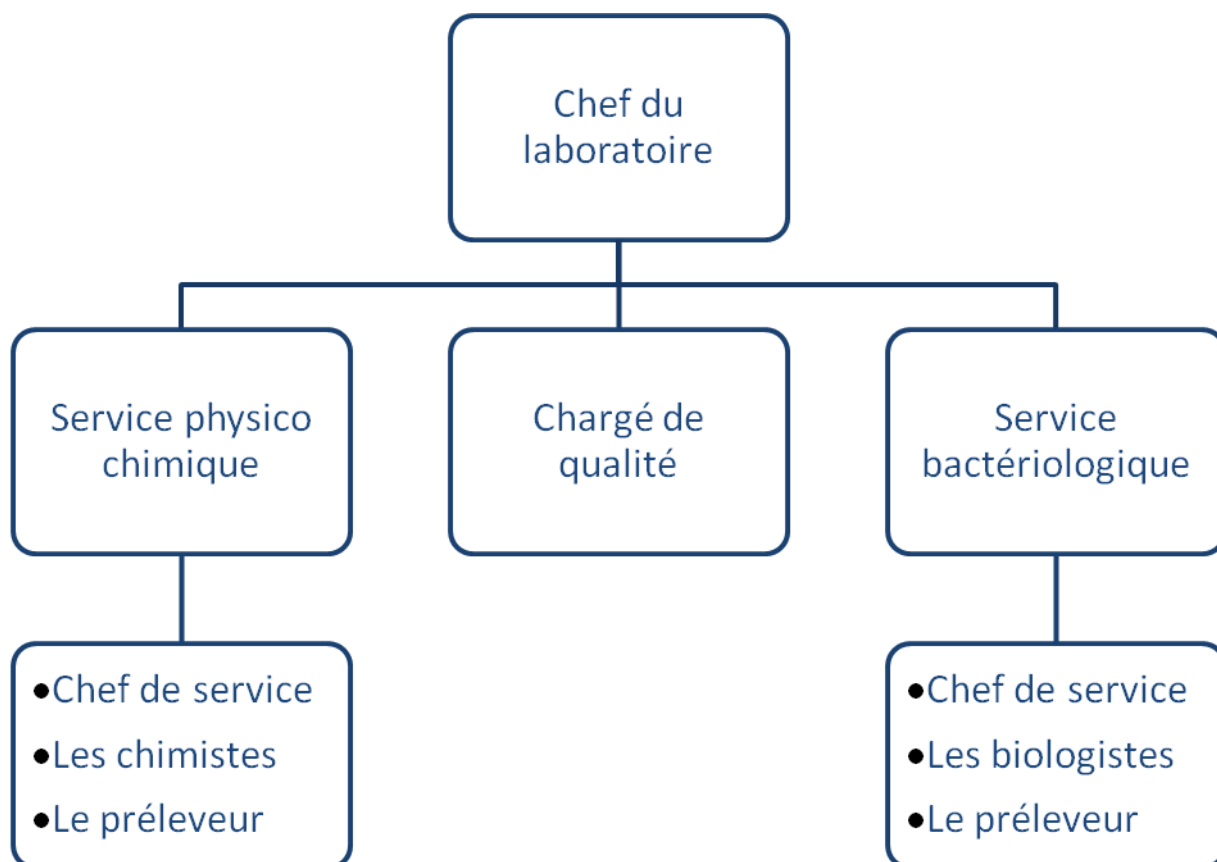


Figure 22 : Organigramme de laboratoire (Manuel de laboratoire de l'ADE, 2020).

Paramètres physico-chimiques

Annexe 03 : Dosage des nitrites NO_2^-

➤ Préparation de réactif mixte

- Sulfitoamide.....40g
- Acide phosphorique.....100 ml
- N-1-Naphtyl éthylène diamine.....2g
- L'eau distillée.....1000ml

Annexe 04 : Dosage de l'ammonium NH_4^-

➤ Réactif coloré (le réactif II) :

- Salicylate de sodium $C_7H_6O_3Na$ 13g
- Citrate triso digue dihydrati $C_6H_5O_7Na_3 \cdot 2H_2O$ 13g
- Nitroisopentacyanoferrate III de Na 0,0976g
- Eau distillée 100ml

➤ **Solution de dichloroisocyanurate de sodium (le réactif I) :**

- Hydroxyde de sodium NaOH 3,2g
- Eau distillée..... 50ml

Refroidir la solution et ajouter :

- Dichloroisocyanurate dihydrate 0,2g
- Eau distillée q.s.p 100g

➤ **Solution de lavage :**

- Hydroxyde de potassium 100g
- Eau distillée q.s.p 100g

Refroidir la solution et ajouter :

- Ethanol 95% V/V..... 900ml

➤ **Solution d'acide phosphorique :** (elle est utilisée si l'échantillon est coloré)

- Acide phosphorique (85%) 25ml
- Eau distillée 150ml

Après refroidissement a la température ambiante, on complète a l'eau distillée jusqu'a 250ml, conserver cette solution dans un flacon en verre brun. Elle est stable pendant six mois.

Annexe 05 :

➤ **Solution tampon pH =10,1 :**

- Chlorure d'ammonium NH_4Cl 6,75g
- Solution ammoniacale (25 %) $d=0,91g/ml$ 57ml
- L'E.D.T.A de Mg ($C_{10} H_{12} N_2 O_8 Na_2 _Mg$) 0,5g
- Eau distillée q.s.p 100ml

Conserver cette solution dans une bouteille de polyethylene (durée de conservation limitée).
Diluer 10ml de la solution avec 100ml d'eau. Si cette solution n'a pas un pH de 10, rejeter la solution originale.

➤ **Indicateur coloré : mordant noir 11 (noir ériochrome)**

- Dissoudre 0,5 g de sel de sodium de mordant noir 11 (acide [hydrpxy-1naphtylazo-2) nitro-6 naphtol-2 sulfonique-4] (C₂₀H₁₂N₃O₇SNa) dans 100 ml de triéthanolamine [(HOCH₂)₃N].
- Il est possible d'ajouter jusqu'à 25 ml d'éthanol a la place de triéthanolamine a fin de diminuer la viscosité de la solution.

1. Paramètres Bactériologiques

Annexe 06 : Normes des paramètres bactériologiques (Normes Algérienne et OMS)

Tableau 04 : Normes des paramètres bactériologiques (**Algérienne des eaux**).

Paramètres	Normes Algérienne	Normes OMS
Coliformes totaux / 100 ml	200	0
Coliformes fécaux / 100 ml	00	0
E. coli / 100 ml	00	0
Streptocoques fécaux / 100 ml	00	0
Clostridium / 100 ml	00	0
Les germes à 22° / 1ml	100	0
Les germes à 37° / 1 ml	10	0

Annexe 07: Normes des paramètres physico-chimiques (Normes Algérienne et OMS)

Tableau 05 : Normes des paramètres physico-chimiques (**Algérienne des eaux**).

Paramètre	Unité	Normes Algérienne	Normes OMS
pH	/	6,5 – 8,5	6,5 - 9,2
Température	C°	25	-
Conductivité	µs/cm	2800	-
Turbidité	NTU	5	5
Dureté total (TH)	Mg/L	500	500
Calcium	Mg/L	200	-
Magnésium	Mg/L	150	150
Bicarbonate HCO ₃ ⁻	Mg/L	-	-

Annexes

Sulfate	Mg/L	400	250
Chlorure	Mg/L	500	250
Nitrate	Mg/L	50	50
Nitrite	Mg/L	0,2	0,1
Phosphate	Mg/L	0,5	0 ,5
Ammonium	Mg/L	0,5	-
Fer	Mg/L	0,3	0,3
TDS	Mg/L	-	-
Salinité	%	-	-
TAC	Mg/L	500	500
Chlore	Mg/L	0.6	0.7
Aluminium	Mg/L	0.2	0.2

Résumé

L'eau est l'un des éléments essentiels de la vie, son utilisation pour la consommation humaine nécessite un contrôle quotidien de sa qualité physico-chimique et bactériologique, elle doit être exempte de toute agent pathogène qui présente un danger potentiel pour la santé humaine. Notre étude est portée sur l'évaluation des propriétés physico-chimiques et bactériologiques des eaux de consommations de la région de El Maghra de la commune de Boukhlifa en la comparant au normes Algériennes afin de définir sa qualité. Dans le cadre de notre étude, les analyses ont été effectuées sur deux échantillons en mesurant les paramètres physico-chimiques (pH, T°, Nitrites, Nitrates...etc) et en recherchant éventuellement les germes indésirables: Germes totaux, Coliformes totaux, Coliformes fécaux telle que *Escherichia coli* et *Clostridium sulfito-réducteurs*. Les résultats obtenus montrent que les analyses physico-chimiques présentent une bonne qualité et remplissent les critères de potabilité en se référant aux normes nationales et les analyses bactériologiques révèlent l'absence des germes pathogènes et de contamination fécale. Ce qui nous a menés à considérer que l'eau distribuée dans cette région est de bonne qualité et que sa consommation ne présente aucun danger pour la santé.

Mots clés : Eau, Eaux de consommations, Qualité, Analyses physico-chimiques, Analyses bactériologiques, Région El Maghra.

المخلص

الماء هو أحد العناصر الأساسية للحياة ، واستخدامه للاستهلاك البشري يتطلب مراقبة يومية لجودته الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية ، ويجب أن يكون خاليًا من أي مسببات الأمراض التي تشكل خطرًا محتملاً على صحة الإنسان. تركز دراستنا على تقييم مكونات الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لمياه الشرب لمنطقة المغرة التابعة لبلدية بوخليفة من خلال مقارنتها بالمعايير الجزائرية من أجل تحديد نوعيتها. كجزء من دراستنا ، تم إجراء التحاليل على عينتين عن طريق قياس المكونات الفيزيائية والكيميائية (الأس الهيدروجيني ، T ° ، النتريت ، النترات ... إلخ) و البحث عن الجراثيم غير المرغوب فيها: الجراثيم الكلية ، القولونيات الكلية ، القولونيات البرازية مثل *Escherichia coli* و *Clostridium sulfito-réducteurs*. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن التحاليل الفيزيائية والكيميائية ان هذه المياه ذات نوعية جيدة وتفي بمعايير القابلية للشرب بالرجوع إلى المعايير الوطنية التحاليل البكتريولوجية تشير عن عدم وجود الجراثيم المسببة للأمراض للتلوث البرازي. وقد دفعنا ذلك إلى اعتبار أن المياه الموزعة في هذه المنطقة ذات نوعية جيدة وأن استهلاكها لا يشكل أي خطر على الصحة.

الكلمات المفتاحية: الماء، مياه الشرب، الجودة، التحاليل الفيزيائية والكيميائية ، التحاليل البكتريولوجية، منطقة المغرة

Abstract

Water is one of the essential elements of life, its use for human consumption requires daily control of its physico-chemical and bacteriological quality, it must be free from any pathogenic agents presenting a potential danger to human health. Our study is focused on the evaluation of the physico-chemical and bacteriological properties of drinking water from the El Maghra region of the municipality of Boukhlifa by comparing it to Algerian standards in order to define its quality. As part of our study, the analyzes were carried out on two samples by measuring the physicochemical parameters (pH, T °, Nitrites, Nitrates, etc.) and possibly looking for undesirable germs: Total germs, Total coliforms, Fecal coliforms such as *Escherichia coli* and *Clostridium sulfite-reducing agents*. The results obtained show that the physicochemical analyzes are of good quality and meet the criteria for drinkability with reference to national standards and the bacteriological analyzes reveal the absence of pathogenic germs of faecal contamination. This has led us to consider that the water distributed in this region is of good quality and that its consumption presents no danger to health.

Keywords: Water, Drinking water, Quality, Physico-chemical analyzes, Bacteriological analyzes, El Maghra region.