

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf : ...../UAMOB/FSNVST/2023

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV      Filière : sciences biologiques

Spécialité : microbiologie appliquée

Présenté par :

*BERRICHE Hayet & MADI Soumia*

*Thème*

**Etude qualitative des eaux des différentes sources  
d'approvisionnement dans la wilaya de Bouira**

Soutenu le: 03 / 07 / 2023

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>M NOURI D.</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Mme HADIDI L.</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mme GUELLAL D.</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

Année Universitaire : 2022/2023

# ***REMERCIEMENT***

*Nous remercions "Dieu" qui nous a donnée du courage et de la volonté d'avoir réussi dans notre étude.*

*Nous tenons à remercier notre encadreur Mme HADIDI qui nous a encadré et surtout par ses conseils.*

*Nous voudrions remercier aussi toute personne qui a contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire plus particulièrement.*

- *toutes les personnes de service de laboratoire de l'ADE notamment Monsieur SAIKI le responsable de laboratoire.*

*Enfin, notre respect aux membres de jury d'avoir examiné et critiqué le contenu de notre mémoire.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*A mon père...*

*Vous avez fait d'énormes sacrifices pour vos enfants, et vous n'avez cessé de nous prodiguer des conseils pour le droit chemin. Que votre simplicité et votre respect pour les autres me servent d'exemples ...*

*A ma mère ...*

*Vous avez guidé mes pas, veillé sur moi et vous m'avez toujours entouré de cette tendresse que seules les mères sont capables d'offrir. Je vous demande pardon et votre bénédiction nuits et jours.*

*A ma 2<sup>ème</sup> mère ...*

*Tout mon....Je ne trouverai pas le mot ici pour vous exprimer mes sentiments  
merci ma soeure Zahra*

*A mes frères...*

*A mon chère frère Boualem...*

*A mes chères amies...*

*A tous ceux que je connaisse...*

**HAYET**

## *Dédicace*

*A Mon père l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir.*

*A ma mère la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur .*

*À mon cher mari, pour la patience et le soutien dont il a fait preuve pendant toute la durée de ce travail et à qui je voudrais exprimer mes affections et mes gratitude.*

*Merci infiniment.*

*À ma fille Mayar*

*A Mes très chères sœurs : Houda et fatima*

*A mes très chers frères : Bilal et abd allah*

*A hayat mon binôme*

*Merci d'être toujours là pour moi.*

**SOUMIA**

**TABLE DES MATIERES**

**Liste des tableaux** .....  
**Liste des figures** .....  
**Liste des abréviations** .....  
**Introduction** ..... **1**  
**Partie I : étude bibliographique** .....  
**Chapitre I : Généralité sur l'eau** .....  
    I.1 Situation d'eau en Algérie ..... 3  
    I.2 L'eau potable ..... 3  
    I.3 Origine de l'eau potable ..... 3  
        I.3.1 Les eaux souterraines ..... 3  
        I.3.2 Les eaux de surface ..... 4  
        I.3.3 Les eaux de pluie ..... 4  
    I.4 Eau de source ..... 5  
    I.5 Les Caractéristique de l'eau ..... 5  
        I.5.1 Caractéristiques organoleptiques ..... 5  
        I.5.2 Caractéristique physico\_chimique ..... 6  
            I.5.2.1 pH ..... 6  
            I.5.2.2 Dureté ..... 7  
            I.5.2.3 Conductivité électrique ..... 7  
            I.5.2.4 Température ..... 7  
            I.5.2.5 Turbidité ..... 7  
        I.5.3 Caractéristique toxique ..... 8  
        I.5.4 Caractéristique microbiologique ..... 8  
            I.5.4.1 Les coliformes totaux ..... 9  
            I.5.4.2 Salmonella ..... 9  
            I.5.4.3 Les coliformes fécaux ..... 9  
            I.5.4.4 Vibrio cholerae ..... 10  
            I.5.4.5 Les streptocoques fécaux ..... 10  
    I.6 La pollution de l'eau ..... 10  
    I.7 Types de pollution de l'eau ..... 11  
        I.7.1 La pollution chimique ..... 11  
        I.7.2 La pollution biologique ..... 11  
        I.7.3 La pollution thermique ..... 11  
        I.7.4 La pollution radioactive ..... 11  
        I.7.5 Pollution sédimentaire ..... 11  
    I.8 Les impacts de la pollution de l'eau sur la santé humaine et l'environnement ..... 12  
**Chapitre II : Les maladies à transmission hydrique** .....  
    II.1 Définition des maladies à transmission hydrique ..... 14  
    II.2 Mode de transmission ..... 14  
    II.3 Maladies d'origine bactérienne ..... 15  
        II.3.1 Fièvres typhoïde ..... 15  
            II.3.1.1 Mode de transmission ..... 16  
            II.3.1.2 Symptômes ..... 16

# TABLE DES MATIERES

II.3.2	Choléra .....	16
II.3.2.1	Mode de transmission.....	17
II.3.2.2	Symptômes.....	17
II.3.3	Dysenterie bacillaire.....	18
II.3.3.1	Mode de transmission.....	18
II.3.3.2	Signes cliniques.....	18
II.4	Plan contre les maladies à transmission hydrique.....	18
<b>Partie II : étude expérimentale .....</b>		
<b>Chapitre III : matériels et méthodes .....</b>		
III.1	Objectif .....	20
III.2	Présentation de la région d'étude (Bouira) .....	21
III.2.1	Localisation .....	21
III.2.2	Climat .....	21
III.2.3	Hydrographie .....	22
III.3	Partie d'échantillonnage .....	22
III.3.1	Mode d'échantillonnage.....	22
III.3.1.1	Prélèvement physico-chimique.....	23
III.3.1.2	Prélèvement bactériologique.....	23
III.4	Partie d'analyse .....	24
III.4.1	Les analyses physico-chimiques.....	24
III.4.1.1	Mesure du pH.....	24
III.4.1.2	Mesure de la conductivité .....	24
III.4.1.3	Mesure de la Turbidité .....	24
III.4.1.4	Détermination des Nitrites (NO <sub>2</sub> -).....	25
III.4.1.5	Détermination de l'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	25
III.4.2	Les analyses Bactériologique.....	25
III.4.2.1	Recherche et dénombrement de coliformes totaux .....	26
III.4.2.2	Recherche et dénombrement de coliformes fécaux .....	26
III.4.2.3	Recherche d'Escherichia Coli.....	26
III.4.2.4	Recherche et dénombrement Streptocoques fécaux.....	27
<b>Chapitre IV : Résultats et Discussions .....</b>		
IV.1	Présentation des résultats.....	28
IV.1.1	Les résultats des analyses physico-chimiques.....	28
IV.1.2	Les résultats des analyses bactériologiques .....	33

## CONCLUSION

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

## ANNEXES

## RESUME

### Liste des tableaux

<b>Tableau N°01</b> : Caractéristiques organoleptiques de l'eau .....	06
<b>Tableau N°02</b> : Classification des eaux d'après leur pH .....	07
<b>Tableau N°03</b> : Conductivité de l'eau en fonction de sa minéralisation.....	07
<b>Tableau N°04</b> : Classification des eaux en fonction de la turbidité.....	08
<b>Tableau N°05</b> : Une liste des paramètres toxiques courants que l'on peut trouver dans l'eau potable et leurs effets sur la santé .....	08
<b>Tableau N°06</b> : Les impacts de la pollution de l'eau sur la santé humaine.....	12
<b>Tableau N°07</b> : Les impacts de la pollution de l'eau sur l'environnement .....	13
<b>Tableau N°08</b> : Principales maladies d'origine hydrique liées à des bactéries .....	15
<b>Tableau N°09</b> : Nombre d'échantillons .....	22

**Liste des figures**

**Figure N° 01** : Bactérie *Salmonella typhimurium* ..... 16

**Figure N°02** : Bactérie *Vibrio cholerae* responsable de choléra ..... 17

**Figure N° 03** : Bactérie de dysenterie bacille de Shigella..... 18

**Figure N°04** : Limites Administratives de la Wilaya de Bouira..... 21

**Figure N°05** : Méthode d'échantillonnage ..... 24

**Figure N°06**: Les analyses physiques ..... 25

**Figure N°07**: Teste de recherche d'E. Coli (Kovacs) ..... 26

**Figure N°08** : Résultats du PH des différentes sources d'eau... .....28

**Figure N°09** : Résultats de la conductivité des différentes sources d'eau de la willaya de Bouira..... 29

**Figure N°10** : Résultats obtenus de la turbidité des différentes sources d'eau..... 30

**Figure N°11** : Résultats obtenus de l'ammonium des différentes sources d'eau..... 32

**Figure N°12** : Résultats obtenus des ions de nitrite des différentes sources d'eau..... 33

**Figure N°13** : Résultats obtenus de de coliformes totaux des différentes sources d'eau.....34

**Figure N°14**: Résultats obtenus de de coliformes fécaux des différentes sources d'eau..... 34

**Figure N°15** : Résultats obtenus d'*Escherichia Coli* des différentes sources d'eau..... 35

**Figure N°16** : Résultats obtenus des Streptocoques fécaux des différentes sources d'eau... 36



### Liste des abréviations

**BCPL** : Bouillon Lactosé au Pourpre

**CF**: Coliforme fécaux

**CT**: Coliforme totaux

**E. Coli**: Escherichia Coli

**MTH** : Maladies à transmission hydrique

**NPP** : Nombre plus probable

**NTU**: Unité de Turbidité Néphélométrique

**OMS** : Organisation mondiale de santé

**pH** : Potentiel d'Hydrogène

**SF** : Streptocoques fécaux

# **INTRODUCTION**

### Introduction

L'eau représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants et elle est considérée comme un solvant universel, qui circule partout, recyclée sans cesse depuis des milliards d'années ; prélevée dans les rivières, les fleuves et les nappes phréatiques **(DIOP , 2006)**.

La situation de l'eau dans le monde est complexe et varie considérablement d'un endroit à l'autre. Bien que la Terre soit composée à plus de 70 % d'eau, seulement environ 3 % de cette eau est de l'eau douce et seulement une petite fraction de cette eau douce est facilement accessible pour la consommation humaine. **(COING & MONTANO, 1986)**

Nombreux pays dans le monde souffrent de stress hydrique, c'est-à-dire qu'ils ont des difficultés à répondre à leurs besoins en eau en raison de la disponibilité limitée des ressources en eau douce, de la mauvaise gestion de l'eau et des changements climatiques. Selon les estimations des Nations unies, environ 2,2 milliards de personnes dans le monde n'ont pas accès à une source d'eau potable sûre et environ 4,2 milliards de personnes n'ont pas accès à des services d'assainissement de base **(BARRAQUE, 2006)**.

En outre, la pollution de l'eau est un problème croissant dans de nombreux pays, avec des impacts négatifs sur la santé humaine et l'environnement, L'OMS environ 20 millions de personnes meurent chaque année dans le monde à cause de maladies liées à l'eau potable **(KHERIFI et BEKIRI, 2017)**.

Les activités industrielles, agricoles et urbaines ont un impact important sur la qualité de l'eau, avec des produits chimiques, des déchets et d'autres polluants qui se déversent dans les cours d'eau, les lacs et les océans **(MONJOUR, 1998)**.

L'eau peut également constituer une source de maladies lorsqu'elle est contaminée par des agents potentiellement pathogènes **(ADJAHOUINOU ET al., 2014)**.

Traverse depuis quelques années une phase de transition épidémiologique marquée par la persistance des maladies transmissibles hydriques caractéristiques des pays en développement et dues à la mauvaise qualité des eaux liée à la pollution anthropique ou naturelle.

Notre travail consiste à l'étude comparative des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux de surfaces et des eaux souterrains utilisées pour la consommation au niveau de la wilaya de Bouira.

Cette étude s'articule sur deux parties:

La première partie est une synthèse bibliographique qui comprend deux chapitres; le premier chapitre présente des généralités sur l'eau et le deuxième est consacré aux différentes maladies à transmissions hydrique.

La deuxième partie est réservée aux différentes procédures expérimentales scindée à son tour en deux chapitres: le troisième chapitre expose les dispositifs et méthodologie d'apprécier la qualité des eaux par des analyses comparatives entre des différents types d'eaux (forage, puits, sources et de barrage) qui alimente certaines régions de la wilaya de Bouira et cela en se basant sur leur qualité bactériologique. Le quatrième et dernier Chapitre traite les résultats ainsi obtenus et leurs discussions.

Le travail s'achèvera par une conclusion générale et des perspectives suivi des références bibliographiques et des annexes.

# **Partie I : étude bibliographique**

## **Chapitre I : Généralité sur l'eau**

## **I.1 Situation de l'eau en Algérie**

L'Algérie est confrontée à des défis importants en matière d'eau, notamment en raison de sa situation géographique dans une région aride et semi-aride. Environ 80 % du pays est désertique ou semi-désertique, et la plupart des ressources en eau sont concentrées dans les régions côtières du nord (**KADI, 1997**).

Le pays a mis en place un certain nombre d'infrastructures pour gérer ses ressources en eau, notamment des barrages, des canaux et des stations de traitement. Cependant, de nombreux problèmes persistent, notamment la surutilisation des ressources en eau, la contamination de l'eau par des polluants la pollution de l'eau en Algérie est un problème important, en particulier dans les zones industrielles et les villes densément peuplées, le gouvernement algérien a tenté de résoudre ces problèmes en investissant dans des infrastructures de traitement des eaux usées et en imposant des réglementations plus strictes aux entreprises polluantes (**BENBLIDIA & THIVET, 2010**).

## **I.2 L'eau potable**

L'eau potable est définie comme de l'eau propre à la consommation humaine, qui satisfait aux normes de qualité de l'eau établies par les autorités sanitaires, et comme "l'eau destinée à la consommation humaine, qu'elle soit utilisée pour boire, la préparation des aliments ou d'autres usages domestiques ou hygiéniques". Selon l'OMS, l'eau potable doit être exempte de micro-organismes pathogènes, de substances chimiques toxiques, de goûts et d'odeurs désagréables, ainsi que d'autres contaminants pouvant causer des problèmes de santé (**MBONGO, 2015**).

## **I.3 Origine de l'eau potable**

L'origine de l'eau potable peut varier selon la région et les sources disponibles, mais généralement elle provient des sources suivantes :

### **I.3.1 Les eaux souterraines**

Les eaux souterraines sont des eaux qui se trouvent sous la surface terrestre, dans des zones poreuses et perméables du sol ou dans des formations géologiques souterraines comme Les aquifères. Elles sont issues de l'infiltration de l'eau de pluie ou de la fonte des neiges et se déplacent lentement à travers le sol et les roches. De nombreuses régions du monde dépendent largement des eaux souterraines comme source d'eau potable. De nombreuses régions du monde dépendent largement des eaux souterraines comme source d'eau potable.. Elles

peuvent également être utilisées pour l'irrigation des cultures, la production d'énergie géothermique et l'industrie. Cependant, les eaux souterraines domestiques peuvent être vulnérables à la pollution, notamment en raison de l'utilisation de pesticides, de produits chimiques industriels et de déchets.

Il est crucial de gérer durablement les eaux souterraines afin de préserver cette ressource précieuse pour les générations à venir. Cela peut être réalisé en surveillant la qualité et la quantité des eaux souterraines, en encourageant l'utilisation de pratiques agricoles durables et en adoptant des technologies d'irrigation efficaces (**LAGREB & SEMANE 2007**).

### **I.3.2 Les eaux de surface**

Les eaux de surface sont les eaux qui se trouvent à la surface de la Terre, comme les lacs, les rivières, les étangs et les océans. Elles représentent une partie importante de l'eau douce disponible sur la planète et sont essentielles pour la vie de nombreux organismes.

Les eaux de surface peuvent être alimentées par divers facteurs tels que les précipitations, l'évaporation, le débit des rivières et les activités humaines comme l'agriculture, l'industrie et l'urbanisation. Les activités humaines peuvent avoir des impacts négatifs sur la qualité de l'eau de surface, en provoquant la pollution de l'eau et la diminution de la quantité d'eau disponible la gestion des eaux de surface est donc importante pour assurer leur utilisation durable et protéger l'environnement. Les gouvernements et les organisations internationales ont travaillé ensemble pour élaborer des politiques et des pratiques qui visent à protéger et à gérer les ressources en eau de surface de manière efficace et durable (**LAGREB & SEMANE 2007**).

### **I.3.3 Les eaux de pluie**

Les sources d'eau de pluie sont l'eau qui tombe du ciel sous forme de pluie, de neige, de grêle ou de glace. L'eau de pluie est une ressource naturelle renouvelable et peut être une source potentielle d'eau pour la consommation humaine.

Cependant, l'eau de pluie peut également contenir des polluants tels que des particules de poussière, des débris, des contaminants atmosphériques et des bactéries, notamment lorsqu'elle est collectée sur des surfaces contaminées telles que les toits et les rues. Par conséquent, avant d'être consommée, l'eau de pluie doit être traitée pour éliminer les impuretés et les contaminants, L'utilisation de l'eau de pluie peut aider à préserver les ressources en eau de surface et souterraines, ainsi qu'à réduire la consommation d'eau potable

traitée pour les usages non potables tels que l'irrigation et l'entretien des jardins. Cependant, il est important de prendre en compte les coûts et les risques potentiels associés à la collecte et au traitement de l'eau de pluie avant de décider de l'utiliser comme source d'eau potable (CARRE & DEROUBAIX, 2009).

#### **I.4 Eau de source**

L'eau de source est une eau naturelle qui provient d'une source souterraine et qui est considérée comme étant pure et saine. Elle est souvent préférée à l'eau du robinet en raison de sa qualité et de son goût

L'eau de source est différente de l'eau minérale, qui contient des minéraux et des oligo-éléments en quantités mesurables et constantes. L'eau de source, quant à elle, ne doit pas contenir plus de 150 milligrammes de résidus secs par litre et ne doit pas être modifiée de quelque manière que ce soit.

Il existe de nombreux avantages à boire de l'eau de source. Tout d'abord, elle est souvent exemptée de produits chimiques tels que le chlore et le fluorure qui peuvent être ajoutés à l'eau du robinet pour le désinfecter. De plus, l'eau de source est naturellement filtrée par le sol et les roches, ce qui lui donne un goût frais et pur

En outre, l'eau de source peut contenir des minéraux tels que le calcium et le magnésium, qui sont bénéfiques pour la santé des os et des dents. Certaines sources d'eau de source peuvent également contenir des oligo-éléments qui ont des avantages pour la santé tels que le sélénium, le zinc et le cuivre.

Cependant, il est important de noter que toutes les eaux de source ne sont pas identiques. Certaines sources peuvent être contaminées il est donc important de vérifier la qualité de l'eau avant de la boire (MERAH, 2019).

#### **I.5 Les Caractéristiques de l'eau**

Selon la source d'où elle provient, l'eau peut avoir des variations subtiles dans ses propriétés organoleptiques.

##### **I.5.1 Caractéristiques organoleptiques**

Les paramètres organoleptiques : ils concernent la couleur, le goût et l'odeur de l'eau. L'eau doit être agréable à boire, claire et sans odeur. Ces paramètres étant liés au confort de consommation, ils n'ont pas de valeur sanitaire directe.



**Tableau N°01** : Caractéristiques organoleptiques de l'eau.

Caractéristiques	Définition
Goût	L'eau potable doit avoir un goût agréable et rafraîchissant. Si elle a un goût désagréable, cela peut être le signe d'une contamination ou d'un traitement inadéquat ( <b>PROULEX, RODRIGUE, &amp; SERODES, 2010</b> ).
Odeur	L'eau potable doit être inodore. Si elle a une odeur désagréable, cela peut être le signe d'une contamination ou d'un traitement inadéquat ( <b>RODIER &amp; COLL, 2005</b> ).
Couleur	L'eau potable doit être incolore. Si la couleur est inhabituelle, cela peut indiquer un signe d'une contamination ( <b>RODIER, 1984</b> ).
Clarté	L'eau potable doit être claire et limpide. Si elle est trouble, cela peut indiquer une contamination ou une saturation en minéraux ( <b>SANTE CANADA, 1995</b> ).
Texture	L'eau potable doit être douce et facile à boire. Si elle a une texture inhabituelle ou des particules flottantes, cela peut être le signe d'une contamination, même si l'eau potable peut sembler inodore ( <b>RODIER, 1984</b> ).

## I.5.2 Caractéristique physico\_chimique

L'eau potable est une eau destinée à la consommation humaine qui doit répondre à certaines normes et critères de qualité en termes de propriétés physico-chimiques. Voici quelques-unes des propriétés physico-chimiques de l'eau potable (**THOUEZ, 1979**).

### I.5.2.1 pH

Le pH de l'eau représente son acidité ou son alcalinité (Tableau N°02), l'eau potable doit être comprise entre 6,5 et 9,5 avec une valeur optimale autour de 7,5. Cela permet de garantir la neutralité de l'eau et d'éviter les effets indésirables sur la santé (**THOUEZ, 1979**).

**Tableau N° 02** : Classification des eaux d'après leur pH(**KIRDA, 1997**).

Ph.	L'alcalinité ou l'acidité des eaux
pH < 5	Acidité forte présence des minéraux ou matières organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

**I.5.2.2 Dureté**

La dureté de l'eau est déterminée par la quantité de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et de magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) qu'elle contient. Les valeurs acceptables de la dureté de l'eau sont généralement comprises entre 15 et 25 °F (degrés français) (**THOUEZ, 1979**).

**I.5.2.3 Conductivité électrique**

La conductivité électrique mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique (Tableau N°03). Une valeur élevée de la conductivité électrique peut indiquer la présence de minéraux dissous dans l'eau, tels que le sodium, le calcium, le magnésium... etc (**OMS, 1984**).

**Tableau N°03** : Conductivité de l'eau en fonction de sa minéralisation (**VIERLING, 2008**).

Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à $20^\circ\text{C}$ ( $\mu\text{S}=\text{micro-siemens}$ )	Minéralisation de l'eau
• $\leq 100$	• Très faible
• $\leq 100$ et $\leq 200$	• Faible
• $\leq 200$ et $\leq 400$	• Peu accentuée
• $\leq 400$ et $\leq 600$	• Moyenne
• $\leq 600$ et $\leq 1000$	• Importante
• $\geq 1000$	• Excessive

**I.5.2.4 Température**

Connaitre avec précision la température de l'eau, car elle est importante pour les réactions physico-chimiques et biologiques et joue un rôle dans la solubilité des sels et des gaz La température de l'eau potable doit être inférieure à  $20^\circ\text{C}$  pour éviter la prolifération de bactéries et de micro-organismes (**RODIER, 2005**).

**I.5.2.5 Turbidité**

La turbidité de l'eau mesure la quantité de matières en suspension dans l'eau, telles que les sédiments, les algues, les bactéries, etc. Les valeurs acceptables de la turbidité de l'eau sont généralement comprises entre 0 et 5 NTU (**JEAN CLAUDE 1992**).

**Tableau N°04** : Classification des eaux en fonction de la turbidité (**RODIER, 1980** ).

la turbidité	Nature de l'eau
NTU < 5	Eau Claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

### I.5.3 Caractéristique toxique

L'eau potable peut contenir divers paramètres toxiques en fonction de la source de l'eau et des pratiques de traitement de l'eau (tableau 05).

**Tableau N°05** : une liste des paramètres toxiques courants que l'on peut trouver dans l'eau potable et leurs effets sur la santé.

Paramètres	Effets
Plomb	Inexistant dans l'eau à l'état nature, il peut causer des dommages au système nerveux et à d'autres organes vitaux ( <b>RODIER, 2005</b> ).
Arsenic	peut se retrouver dans l'eau potable en raison de la dissolution de minéraux arsenicaux dans les aquifères et l'utilisation de pesticides et d'herbicides .Il peut causer des cancers de la peau, du poumon et de la vessie ( <b>LENONLE, 2003</b> ).
Nitrates	Les niveaux élevés de nitrates dans l'eau potable peuvent causer des problèmes de santé, en particulier chez les nourrissons et les femmes enceintes. Leur présence dans les eaux est liée à l'utilisation intensive d'engrais azotés ainsi qu'à l'épandage des lisiers d'animaux d'élevage ( <b>DELOLME , BOUTIN &amp; ANDRE, 1992</b> ).
Mercur	très toxique pour les êtres vivants, souvent présent dans l'eau sous forme de méthylmercure, L'ingestion de méthylmercure peut causer de graves dommages au système nerveux ( <b>Delolme et al ; 1992</b> ).
Cadmium	circule dans les eaux et les sols avec grande facilité, principalement en raison de l'activité humaine telle que les déchets industriels et l'agriculture .il peut causer des dommages aux poumons, aux reins et au système immunitaire ( <b>BONTOUX, 1993</b> ).

### I.5.4 Caractéristique microbiologique

L'eau peut contenir divers micro-organismes, notamment des bactéries, des virus, des champignons et des protozoaires. qui peuvent causer des maladies chez les humains et les animaux qui consomment cette eau contaminée.

Les caractéristiques microbiologiques de l'eau peuvent varier en fonction de nombreux facteurs, notamment la source d'eau, le traitement de l'eau, les conditions environnementales et les activités humaines (**LAGARDETTE, 2004**).

#### **I.5.4.1 Les coliformes totaux**

Le groupe des coliformes totaux comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives gram négatives, non sporulées, cytochrome oxydase négative en forme de bâtonnets qui font fermenter le lactose avec dégagement de gaz en moins 48 h à 35 °C (DESJARDIS, 1997).

Un groupe de bactéries qui sont utilisées comme indicateurs de la qualité de l'eau. Les coliformes totaux incluent plusieurs espèces de bactéries appartenant au groupe des Enterobacteriaceae, qui sont normalement présentes dans les intestins des humains et des animaux à sang chaud. , mais aussi dans l'environnement (sols, végétation et eau...). La présence de coliformes totaux dans l'eau peut indiquer une contamination fécale, Bien que tous les types de coliformes ne soient pas pathogènes pour les humains, leur présence peut indiquer la présence d'autres bactéries dangereuses, telles que des *E. coli* pathogènes ou des *Salmonella* (ARCHIBALD, 2000).

#### **I.5.4.2 Salmonella**

*Salmonella*, faisant partie de la famille des *Enterobacteriaceae*, est un genre de bactéries pouvant provoquer des maladies chez les êtres humains et les animaux. Dans l'eau, la présence de *Salmonella* peut indiquer une contamination fécale et une contamination possible par des pathogènes intestinaux. Les tests pour la recherche de *Salmonella* dans l'eau sont souvent effectués pour déterminer la qualité microbiologique de l'eau. de nombreux cas, la présence de *Salmonella* dans l'eau potable est considérée comme une préoccupation pour la santé publique et peut entraîner la fermeture des points d'eau contaminés (DUPRAY & DERRIEN, 1995).

#### **I.5.4.3 Les coliformes fécaux**

Les coliformes fécaux sont une catégorie de bactéries appartenant au groupe plus large des coliformes. sont particulièrement préoccupants car ils sont associés aux matières fécales des animaux et des humains. La présence de ces bactéries dans l'eau, peut indiquer une contamination fécale et la présence potentielle de pathogènes qui peuvent causer des maladies chez l'homme (F.U.N.A.S.A. 2013).

Les coliformes fécaux sont des bactéries gram-négatives, aérobies ou anaérobies facultatives, Thermotolérants sont capables de se développer à 44° C et sont relativement facilement cultivables en laboratoire. La principale bactérie coliforme spécifiquement d'origine fécale est *Escherichia coli* (POTELOM & ZYSMAN, 1998).

#### I.5.4.4 *Vibrio cholerae*

*Vibrio cholerae* est une bactérie appartient à la famille des Vibrionaceae a gram-négative, en forme de bâtonnet, aérobic facultatif, qui est mobile grâce à un flagelle unique. Cette bactérie est également caractérisée par la présence d'une capsule protectrice et d'une toxine appelée choléra-toxine. Cette bactérie est souvent associée à la consommation d'eau ou d'aliments contaminés par des matières fécales infectées, ainsi qu'à des conditions d'hygiène et de salubrité insuffisantes (CAMILLE & BERNARD, 2003).

#### I.5.4.5 Les streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des bactéries anaérobies facultatives, ce qui signifie qu'elles peuvent se développer en présence ou en l'absence d'oxygène. Elles ont une forme sphérique (cocci) et sont organisées en chaînes ou en paires. Leur présence dans l'eau peut être utilisée comme indicateur de contamination fécale, car elles sont généralement associées à la présence de matières fécales animales ou humaines (AVRIL et al, 1992).

### I.6 La pollution de l'eau

La pollution de l'eau est un problème mondial qui affecte toutes les régions du monde, environ un tiers des pays du monde sont confrontés à des pénuries d'eau en raison de la pollution et d'autres facteurs.

Cependant, la pollution de l'eau est également un problème important dans les pays développés, où les activités industrielles et agricoles peuvent contaminer les sources d'eau locales. Les réglementations environnementales strictes et les technologies de traitement de l'eau avancées ont réduit la pollution de l'eau dans de nombreux pays développés, mais il reste encore des défis à relever. En outre, de nombreuses communautés dans les pays en développement n'ont pas accès à l'eau potable, ce qui les oblige à utiliser des sources d'eau contaminées pour boire et se laver (GARDELLE, 1995).

Le compartiment hydrique souterrain ou superficiel est évidemment en contact avec les autres compartiments environnementaux: sol, air et biosphère. Il existe des interactions entre ces divers secteurs, qui dépendent de la nature des contaminants. Notamment, les eaux souterraines sont plus ou moins bien protégées des contaminations des sols, par leur profondeur et, surtout, par la nature géologique des terrains sus-jacents. Certains polluants atmosphériques transmis à longue distance (oxydes de soufre et d'azote, ammoniac, en particulier) sont susceptibles de provoquer acidification ou eutrophisation des sols et des eaux (GUPTA, 1992).

## **I.7 Types de pollution de l'eau**

### **I.7.1 La pollution chimique**

La pollution chimique de l'eau est une forme de pollution de l'eau causée par la présence de substances chimiques toxiques dans l'eau (les métaux lourds, les pesticides et les herbicides, les hydrocarbures et produits chimiques) qui peuvent provenir de diverses sources (**GAIDE, 1984**).

### **I.7.2 La pollution biologique**

La pollution biologique de l'eau est la présence de micro-organismes (les bactéries, les virus et les parasites) dans l'eau, peut provenir de différentes sources, notamment les rejets d'eaux usées, les déchets animaux, les installations de traitement des eaux usées, les inondations, les eaux de ruissellement, les eaux stagnantes...etc (**FESTY & al, 2003**).

Les bactéries sont les micro-organismes les plus courants dans la pollution biologique de l'eau (**HALSAY et LECLERC, 1993**).

### **I.7.3 La pollution thermique**

La pollution thermique de l'eau est la modification de la température naturelle de l'eau due à l'activité humaine. Elle est généralement causée par le rejet de grandes quantités d'eau chaude dans les rivières, les lacs ou les océans à partir de centrales électriques, d'usines, de raffineries ou d'autres industries qui utilisent de l'eau pour refroidir leurs équipements (**FESTY & al, 2003**).

### **I.7.4 La pollution radioactive**

La pollution radioactive de l'eau est la présence de matières radioactives dans l'eau. Elle peut être causée par des accidents nucléaires, des déchets radioactifs, des tests d'armes nucléaires et des installations nucléaires. Les effets de la pollution radioactive de l'eau peuvent être graves pour la santé humaine et l'environnement (**FESTY & al, 2003**).

### **I.7.5 Pollution sédimentaire**

La pollution sédimentaire est la présence de particules en suspension dans l'eau, telles que la terre, les feuilles, les branches, les sables, les limons, les argiles, etc (**LESOUËF, BELAMIE & MONTIEL, 1979**).

## I.8 Les impacts de la pollution de l'eau sur la santé humaine et l'environnement

La pollution de l'eau a des impacts dévastateurs à la fois sur la santé humaine et l'environnement.

**Tableau N°06** : les impacts de la pollution de l'eau sur la santé humaine

Les impacts	Les exemples
Maladies gastro-intestinales	La diarrhée, la dysenterie, la choléra et l'hépatite A ( <b>PAYMENT &amp; HARTEMANN, 1998</b> ).
Maladies de la peau	La dermatite et les infections fongiques ( <b>HENAUT, 2011</b> ).
Maladies respiratoires	Certains polluants présents dans l'eau peuvent être inhalés et causer des maladies respiratoires telles que l'asthme et la bronchite ( <b>HENAUT, 2011</b> ).
Maladies neurologiques	maladies neurologiques telles que la maladie de Parkinson, la maladie d'Alzheimer et le syndrome de Gilles de la Tourette ( <b>FESTY &amp; AL, 2003</b> ).
Maladies rénales	Telles que la néphrite interstitielle ( <b>PAYMENT &amp; HARTEMANN, 1998</b> ).
Cancer	L'exposition à long terme à l'arsenic dans l'eau potable peut causer le cancer de la peau, de la vessie, des reins et du foie ( <b>PAYMENT &amp; HARTEMANN, 1998</b> ).
Perturbateurs endocriniens	Des troubles de la reproduction, des anomalies du développement et des cancers hormono-dépendants ( <b>PAYMENT &amp; HARTEMANN, 1998</b> ).
Problèmes de développement	Les nourrissons, les enfants et les femmes enceintes sont particulièrement vulnérables aux effets de la pollution de l'eau sur la santé, tels que des retards de croissance, des malformations congénitales et des troubles du développement du cerveau ( <b>PAYMENT &amp; HARTEMANN, 1998</b> ).

**Tableau N° 07** : Les impacts de la pollution de l'eau sur l'environnement.

Les impacts	Les exemples
Perte de biodiversité	Les produits chimiques toxiques et les déchets industriels qui se déversent dans les cours d'eau et les lacs peuvent tuer les poissons et d'autres organismes aquatiques ( <b>EMMANUEL &amp; AL, 2008</b> ).
Destruction des habitats	La pollution de l'eau peut également détruire les habitats naturels des espèces aquatiques, telles que les marais et les mangrove ( <b>AMARA, 2011</b> ).

Réduction de la qualité de l'eau	Les produits chimiques toxiques, les métaux lourds et les autres polluants peuvent rendre l'eau impropre à la consommation humaine et à l'irrigation agricole. Cela peut avoir des effets économiques négatifs sur les communautés locales qui dépendent de ces sources d'eau pour leur subsistance ( <b>HEBERT &amp; LEGARE, 2000</b> ).
Effets sur les écosystèmes terrestres	Les pesticides et les autres produits chimiques agricoles peuvent s'infiltrer dans le sol et affecter la qualité des cultures ( <b>ANCTIL, 2016</b> ).
Effets sur le climat	contribuer au changement climatique en affectant la qualité de l'air et en libérant des gaz à effet de serre. Par exemple, la pollution de l'eau peut augmenter la production de méthane par les zones humides, contribuant ainsi au réchauffement planétaire ( <b>CELLIER &amp; GENERMONT, 2016</b> ).



## **Chapitre II : Les maladies à transmission hydrique**

### II.1 Définition des maladies à transmission hydrique

Ce sont des maladies d'origine hydrique, des infections causées par des agents pathogènes présents dans l'eau contaminée (MBONGO, 2015).

### II.2 Mode de transmission

Les agents pathogènes (parasites, bactéries, virus) transportés dans les réserves d'eau sont évidemment transmis par le tube digestif, mais dans leurs diverses utilisations peuvent provoquer une infection par d'autres voies.

- Les bactéries pathogènes sont principalement introduites dans les eaux de surface par les rejets d'eaux usées domestiques et les rejets du bétail.
- Les porteurs malades ou « sains » éliminent les agents pathogènes par contamination fécale des mains, des légumes, des eaux de surface, des puits non protégés, des nappes phréatiques de surface, des tuyaux défectueux
- Propagation et conservation de bactéries pathogènes en milieu aqueux ou sol humide.
- Ils peuvent infecter les humains par Dispersion directe de l'eau, soit pendant la baignade ou l'exposition à l'eau récréative.
- Transmission indirecte d'aliments contaminés par l'eau ou d'objets souillés d'eau ou de mains sales Cette dernière voie de transmission semble gagner en importance via les produits de la mer, tels que les produits de la mer et les poissons, récoltés dans des zones contaminées par des micro-organismes et souvent exposés à des micro-organismes impliqués.
- Les agents pathogènes qui causent les maladies d'origine hydrique (MTH) sont généralement d'origine entérique, par exemple *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Yersinia*, *Enteritidis*, *Legionella*, *cholerae*. Mais ils sont aussi d'origine muqua-cutanée, comme *Staphylococcus* ou *Pseudomonas aeruginosa* (MBONGO, 2015).

### II.3 Maladies d'origine bactérienne

La capacité des bactéries à envahir un organisme s'appelle l'infectiosité. Cela n'entraîne pas nécessairement une pathologie dans l'organisme infecté, ce qui est même le cas le plus courant. La virulence bactérienne s'exprime de différentes manières, elle est associée à l'émergence de substituts pathologiques et, en raison de leur virulence, les bactéries deviennent les agents responsables de maladies infectieuses (tableau08). Les bactéries virulentes peuvent envahir les tissus de l'hôte, résister à ses défenses naturelles et se reproduire en grand nombre jusqu'à causer des dommages et provoquer des maladies (MBONGO, 2015).

**Tableau N°08:** Principales maladies d'origine hydrique liées à des bactéries (QUATUNAU, 1998).

Bactéries	Maladies
<i>Campylobacter jejuni</i> ou <i>E.Coli</i>	Campylobactériose
<i>Chlamydia trachomatis</i>	Trachome
<i>Cyanobactéria</i> (cynobactéries) ex : algues bleues	Intoxication due à des toxines (Hepatotoxines, neurotoxines, lipopolysaccharides).
<i>Legionella pneumophilla</i>	Légionellose
<i>Salmonella typhi</i> et <i>paratyphi A et B.</i>	Fièvre typhoïde et paratyphoïde.
<i>Shigella dysenteriae</i> type 1 <i>Shigella flexneri</i>	Dysenterie bacillaire. maladie diarrhéique.
<i>Shigello sonnei</i>	Infections dianhéiques
<i>Vibrio choléreae</i>	Choléra
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Entérocolite aigue

On a pris de ce tableau les maladies hydriques d'origine bactérienne les plus fréquentes: Fièvres typhoïde , Choléra , Dysenterie bacillaire .

#### II.3.1 Fièvres typhoïde

La bactérie *Salmonella typhimurium* (*S. typhi*, figure 01), qui habite les intestins et le sang des êtres humains, est responsable de l'infection connue sous le nom de typhoïde. Il se propage par contact direct avec les matières fécales d'une personne infectée. Cette maladie ne se propage pas entre les animaux, elle se propage donc uniquement entre les êtres humains. Environ 1 cas sur 5 de la typhoïde peut être fatal en absence de traitement. Moins de 4 cas sur 100 sont mortels après traitement.

*S. typhi* pénètre dans l'intestin durant la première à la troisième semaines par la bouche puis atteint le sang et la paroi intestinale. Il se propage dans d'autres tissus et organes via la circulation sanguine (ANSART ET GARRE, 2008).



**Figure N°01 :** Bactérie *Salmonella typhimurium* (ANSART ET GARRE, 2008).

#### **II.3.1.1 Mode de transmission**

La transmission peut être directe d'une personne à une autre, mais le plus souvent indirecte, par l'ingestion de boissons (eau) ou d'aliments (crustacés, fruits de mer, crudités). La dose infectieuse est d'environ 10<sup>5</sup> à 10<sup>6</sup> UFC (unités formant colonies) (ANSART ET GARRE, 2008).

#### **II.3.1.2 Symptômes**

Les symptômes de la fièvre typhoïde peuvent être légers (sous forme de gastro-entérite) ou graves. Dans les cas les plus graves, la maladie se développe généralement par une phase invasive qui se caractérise par une forte fièvre progressive (40°C, dissociation du pouls), des céphalées, de la fatigue et des troubles digestifs (anorexie, nausées, crampes abdominales, constipation ou diarrhée) (ANSART ET GARRE, 2008).

L'infection peut également provoquer une éruption érythémateuse maculopapuleuse sur le tronc. La splénomégalie est fréquente. Après une semaine, la température corporelle plafonne entre 39° et 40° C et une léthargie peut survenir (ANSART ET GARRE, 2008).

### **II.3.2 Choléra**

Le choléra est une infection diarrhéique aiguë causée par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés par *Vibrio cholerae*, qui produit une toxine qui provoque les symptômes associés à la maladie. Le choléra demeure une menace mondiale pour la santé publique et un indicateur d'iniquité et de développement social inadéquat. Dans le monde, il y a environ 1,3 à

4 millions de cas de choléra et 21 000 à 143 000 décès dus à la maladie chaque année. (FOURNIER ET QUILICI, 2002)



**Figure N°02 :** Bactérie *Vibrio cholerae* responsable de choléra (FOURNIER ET QUILICI, 2002).

### II.3.2.1 Mode de transmission

Le cholera est considéré comme maladie du péril oro-fécal ou d'origine environnementale, les voies de contamination peuvent être de deux types : hydrique ou interhumaine (ALI ET AL., 2015).

### II.3.2.2 Symptômes

L'incubation est courte (1 à 3 jours). La maladie débute brutalement par :

- Une diarrhée liquide en jet (plusieurs litres par jour)
- Des vomissements
- Un sentiment d'angoisse.

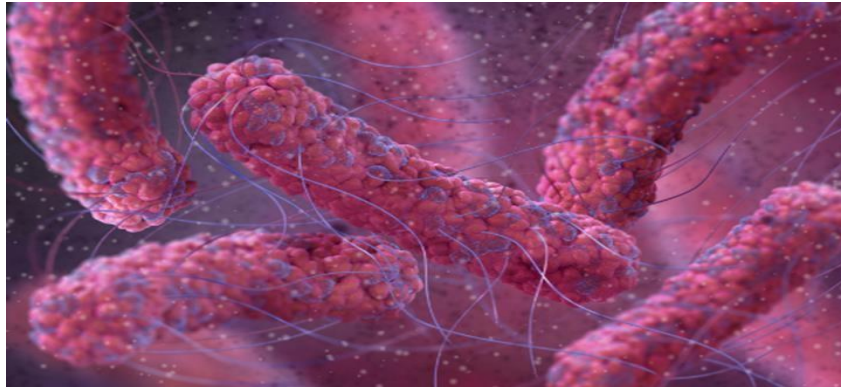
Ces troubles digestifs majeurs provoquent :

- Une fatigue importante
- Une soif intense
- Des crampes musculaires traduisant la déshydratation massive.

L'hypothermie (baisse de la température) est de règle. Une perte de poids rapide, un état stuporeux, le collapsus cardiovasculaire ne tardent pas à survenir et la mort est fréquente en l'absence de traitement (SACK ET AL., 2004).

### II.3.3 Dysenterie bacillaire

La shigellose (dysenterie bactérienne) est une maladie infectieuse associée à une diarrhée bactérienne sévère causée par quatre espèces de *Shigella*. Les *Shigella* appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*, ce sont des bactéries exclusivement digestives, elles sont fixes, en forme de bâtonnets courts ; des bactéries à Gram négatif, de 2 à 3 µm de long et de 0,5 à 0,7 µm de large. (XAVIER ET AL., 2007)



FigureN°03: Bactérie de dysenterie bacille de Shigella (Xavier et al., 2007).

#### II.3.3.1 Mode de transmission

La transmission se fait par contact direct avec une personne malade ou par des aliments contaminés par des matières fécales. Les mouches peuvent également transférer des bactéries des matières fécales à la nourriture. L'eau potable contaminée peut entraîner de graves épidémies (XAVIER ET AL., 2007).

#### II.3.3.2 Signes cliniques

La shigellose peut provoquer une variété de symptômes cliniques allant de la diarrhée aqueuse légère à la dysenterie sévère en passant par des formes complexes. La période d'incubation après ingestion est généralement de 1 à 4 jours, et jusqu'à 8 jours pour *Shigella dysenteriae*. La diarrhée aqueuse survient généralement dans les 48 heures ; peut refléter l'expression d'une ou plusieurs entérotoxines (XAVIER ET AL., 2007).

## II.4 Plan contre les maladies à transmission hydrique

Ce plan sanitaire porte sur un renforcement du dispositif de contrôle de tous les points de vente d'eau potable, notamment les puits et les colporteurs d'eau autorisés, avec des hebdomadaires.

Une mesure préventive qui permettra de s'assurer de la qualité de l'eau, où toute l'attention est focalisée sur l'épidémie de choléra.

Une instruction émanant du premier responsable de la direction de la santé a été adressée aux laboratoires et aux structures compétentes pour que les analyses microbiologiques soient effectuées toutes les semaines alors qu'elles se faisaient une fois par mois, afin de garantir la qualité de cette eau et apaiser les craintes de la population.

Il est question de mobiliser tous les intervenants en matière d'hygiène, de gestion de l'environnement pour une meilleure prévention contre les maladies à transmission hydrique.

Les colporteurs d'eau doivent être en possession d'un certificat d'analyse qui certifie la qualité de l'eau. Par ailleurs, il est également question de renforcer les mesures de surveillance épidémiologique de l'eau (MBONGO, 2015).





## **Partie II : étude expérimentale**

### **Chapitre III : matériels et méthodes**

**III.1 Objectif**

La gestion des services publics de distribution de l'eau (ADE) est l'une des tâches les plus complexes qui incombent aux autorités publiques vu la dégradation qualitative et le manque en eau causé par la sécheresse de ces dernières années.

L'objectif de notre travail consiste à l'étude comparative et qualitative des paramètres physicochimiques et bactériologiques des eaux de surfaces (barrage) et des eaux souterraines (forage, puits, sources) utilisées pour la consommation au niveau de la wilaya de Bouira.

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques des échantillons prélevés, ont été réalisées au niveau du laboratoire des analyses des eaux de l'Algérienne Des Eaux (A.D.E), unité de laboratoire Bouira (Annexe 01).

### III.2 Présentation de la région d'étude (Bouira)

La wilaya compte une population de **728 290** habitants (recensement 2011) avec une superficie totale de **4454 km**

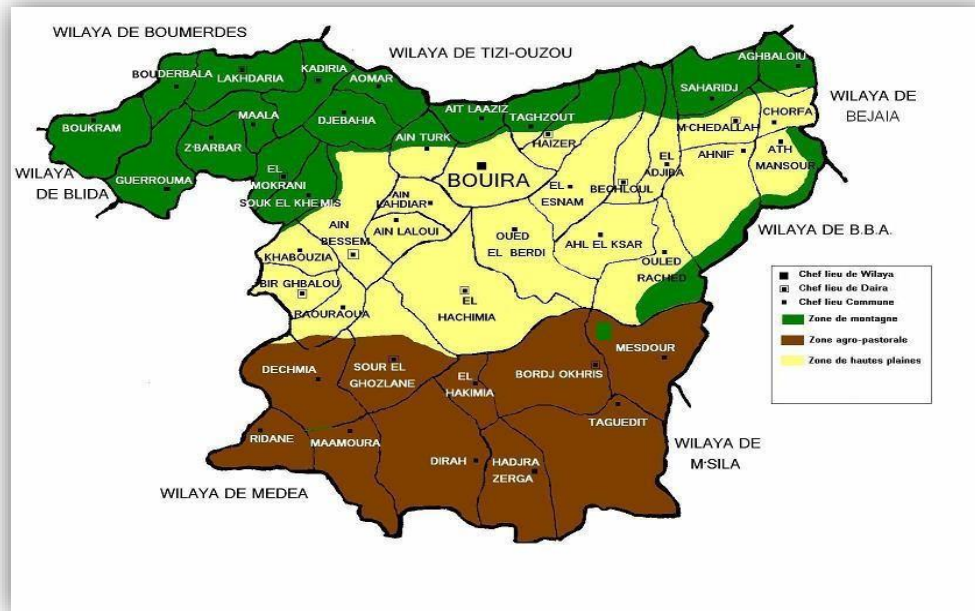


Figure N°04 : Limites Administratives de la Wilaya de Bouira (ANONYME 01).

#### III.2.1 Localisation

La Wilaya de Bouira se situe dans la région Nord–Centre du pays, à environ 120 Km au Sud Est d'Alger ( ANONYME 01).

Elle est délimitée

- Au Nord par la Wilaya de Boumerdes et Tizi-Ouzou;
- Au Sud et Sud / Ouest par les Wilayate de M'sila et de Médéa;
- A l'Est et au Sud Est par les Wilayate de Bédjaia et Bordj-Bou-Arréridj;
- A l'Ouest par les Wilayate de Blida et Médéa.

#### III.2.2 Climat

Le climat est chaud et sec en été, froid et pluvieux en hiver. La pluviométrie moyenne est de 660 mm/an au nord et de 400 mm/an dans la partie sud. Les températures varient entre 20 et 40 °C de mai à septembre et de 2 à 12 °C de janvier à mars (ANONYME 01).

### III.2.3 Hydrographie

La wilaya de Bouira renferme d'importantes ressources en eau. Elle est traversée par des bassins versants importants dont l'apport moyen annuel est de l'ordre de 561 millions de m<sup>3</sup> constitué par :

- Bassin versant d'Isser : 135 millions de m<sup>3</sup>/an;
- Bassin versant Sahel Soummam : 380 millions m<sup>3</sup>/an;
- Bassin versant du Hodna : 35 millions m<sup>3</sup>/an;
- Bassin versant Humus : 11 millions m<sup>3</sup>/an.

#### ○ BARRAGES

- Barrage koudiet asserdoune commune de Maala capacité 640 000 000 m<sup>3</sup>;
- Barrage tilesdit commune de Bechloul capacité 167 000 000 m<sup>3</sup>;
- Barrage lakhal commune d'Ain bessem capacité 30 000 000 m<sup>3</sup>;
- Retenus collinaires : 30 (ANONYME 01)

### III.3 Partie d'échantillonnage

**Tableau N°09** : Nombre d'échantillons

Source	La région	La date de prélèvement
Source1 : Nassis	Bouira	18/04/2023
Source2 : Ighzar Lvir	Taghzout	05/05/2023
Puits1 : Ecole Primaire	Ain Bessam	03/05/2023
Puits2 : Mosquée El Salam	Bordj Khris	18/04/2023
Forage1 : El Dardaria	Sour El Ghozlane	02/05/2023
Forage2 La Gare	Lakhdaria	10/04/2023
Barrage1 Lakhall	Ain Bessam	02/04/2023
Barrage2 Koudiet Acerdonne	Kadiria	18/04/2023

#### III.3.1 Mode d'échantillonnage

Le prélèvement d'eau est une opération délicate qui doit être réalisée avec beaucoup de soin. L'échantillon doit être homogène et représentatif et ne doit pas altérer les propriétés de l'eau.

### III.3.1.1 Prélèvement physico-chimique

Les prélèvements des échantillons pour les analyses physico-chimiques ont été faits de la manière suivante :

- Ouvrir le robinet d'échantillonnage ;
- Laissez couler l'eau pendant au moins une minute pour évacuer l'eau stagnante dans les conduite ;
- Rincer le flacon d'échantillon avec l'eau à prélever ;
- éviter de remplir complètement le flacon ;
- fermer soigneusement le flacon ;
- Les échantillons conservés dans des glacières entre 4 à 6 °C, durant le transport Jusqu'au laboratoire.

### III.3.1.2 Prélèvement bactériologique

Les échantillons destinés aux analyses microbiologiques ont été collectés de manière décrite, en respectant toutes les précautions d'asepsie requises. Les prélèvements ont été effectués dans des flacons en verres stériles d'une contenance de 250 ml (Figure N°05).

Selon l'ordre des étapes suivantes:

- Les mains ont été soigneusement lavées et désinfectées à l'aide d'alcool ;
- Le robinet de prise d'échantillon a été ouvert ;
- L'eau a été laissée couler afin d'éliminer l'eau stagnante dans la conduite ;
- Le robinet a été flambé jusqu'à ce qu'il devienne brûlant, permettant ainsi de détruire les impuretés et les bactéries présentes ;
- Le goulot du flacon a été flambé avant et après le remplissage. Il a été arrêté de toucher le goulot ou de laisser tomber le bouchon ;
- La flamme a été maintenue près du robinet et ce dernier a été ouvert à un débit moyen.
- L'eau a été laissée couler pendant au moins une minute afin de refroidir le robinet avant de prélever l'échantillon ;
- L'échantillon a ensuite été prélevé et étiqueté ;
- Les échantillons ont été conservés dans des glacières, maintenus entre 4 et 6 °C, pendant le transport jusqu'au laboratoire.



**Figure N°05: Méthode d'échantillonnage**

### **III.4 Partie d'analyse**

#### **III.4.1 Les analyses physico-chimiques**

##### **III.4.1.1 Mesure du pH**

La méthode électrométrique est utilisée pour mesurer le pH. Pour notre étude, nous avons utilisé un pH-mètre doté d'une compensation automatique de température. Voici le protocole d'analyse :

- ✓ vérification de l'étalonnage du pH-mètre ;
- ✓ Plonger l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon ;
- ✓ Attendre que la valeur se stabilise et lire directement le pH affiché à l'écran.

##### **III.4.1.2 Mesure de la conductivité**

La mesure a été effectuée à l'aide d'un conductimètre, donnant la conductivité en micro siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) à une température de  $25^\circ\text{C}$ .

Le protocole d'analyse consistait à :

- Plongez l'électrode du conductimètre dans l'échantillon.
- Observer la valeur de la conductivité en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ou en  $\text{mS}/\text{cm}$  affichée directement sur l'écran du conductimètre.

##### **III.4.1.3 Mesure de la Turbidité**

La mesure de turbidité est réalisée à l'aide d'un turbidimètre UTN (néphélémètre).

Protocole d'analyse :

- Effectuer un contrôle et une vérification de la propreté de l'appareil ;
- Assurez-vous que le flacon d'échantillon est propre et exempt de dépôts, ou de marques pouvant fausser les résultats ;
- Effectuer la mesure de turbidité et lire la valeur directement sur l'écran.



**Figure N°06 : Les analyses physiques**

#### **III.4.1.4 Détermination des Nitrites (NO<sub>2</sub>-)**

- 40 ml d'échantillon +1ml de réactif coloré (Acide orthophosphorique H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + amino-4 benzene sulfonamide +eau distillée ), incubé une heure .
- Lire le résultat.

#### **III.4.1.5 Détermination de l'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

- 40 ml d'échantillon +1ml de réactif coloré( Salicylate de sodium C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>Na + citrate trisodique dihydraté C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub>Na<sub>3</sub>.2H<sub>2</sub>O + nitrosopentacyanoferrate III de Na + Eau distillée ), incubé une heure ;
- Lire le résultat.

#### **III.4.2 Les analyses Bactériologique**

Les analyses microbiologiques d'un échantillon d'eau cohérent à détecter et quantifier les micro-organismes suivants : les germes totaux, les coliformes et les streptocoques fécaux.

On utilise la méthode liquide.

**III.4.2.1 Recherche et dénombrement de coliformes totaux**

Le dénombrement des micro-organismes est réalisé par la méthode du nombre le plus probable (NPP) sur 100 ml d'eau à analyser.

En utilisant des tubes à essai, comprenant 3 tubes à double concentration et 6 tubes à simple concentration de milieu (utilisant le milieu BCBL avec une cloche).

- ajouter 10 ml de l'échantillon d'eau à analyser dans les 3 tubes à double concentration ;
- puis 0,1 ml de l'échantillon d'eau à analyser dans 3 autres tubes à simple concentration.

Après une période d'incubation de 48 heures à 37°C, il est observé un trouble de coloration dans les tubes ainsi qu'une formation de gaz dans la cloche.

**III.4.2.2 Recherche et dénombrement de coliformes fécaux**

Prendre 1ml de chaque tube de BPCL positif et le mettre dans un tube de bouillon Schubert muni d'une cloche de Durham .

Incubé à 44°C durant 24h, on remarque un changement de couleur et formation de gaz sont remarqués (coliforme fécaux)

**III.4.2.3 Recherche d'*Escherichia Coli***

On rajoute 2 gouttes de réactif de Kovacs au tube contenant le bouillon Schubert avec la cloche de Durham positif.

On ajoute deux gouttes du réactif de Kovacs au tube contenant le bouillon Schubert avec la cloche de Durham présentant un résultat positif.

Les tubes positifs se traduisent par un anneau rouge à la surface qui indique la production d'indole confirmant la présence d'*E. Coli*.





**Figure N°07:** Teste de recherche d' *E.Coli* (Kovacs).

#### III.4.2.4 Recherche et dénombrement *Streptocoques fécaux*

##### 1ère étape : Test présomptif

Le dénombrement des *streptocoques* fécaux est effectué par la méthode du nombre le plus probable (NPP) sur 100 ml d'eau à analyser. Cette analyse est réalisée dans des tubes à essai, comprenant 3 tubes à double concentration et 6 tubes à simple concentration de milieu (utilisant le milieu Roth sans cloche).

- on met 10ml d'eau à analyser dans les 3 tubes à doubles concentration ;
- on met 1ml d'eau à analyser dans les 3 tubes à simple concentration ;
- Puis 0.1ml d'eau à analyser dans d'autres 3 tubes à simple concentration.

Après incubation à 37°C durant 48h, on observe un changement de couleur.

##### 2ème étape : Test confirmatif

Pour effectuer une confirmation : met 1ml d'échantillon dans un milieu EVA Litsky , incubé à 37°C durant 24h, on remarque une pastille violette au dissous du tube.

# **Chapitre IV : Résultats et Discussions**

## IV.1 Présentation des résultats

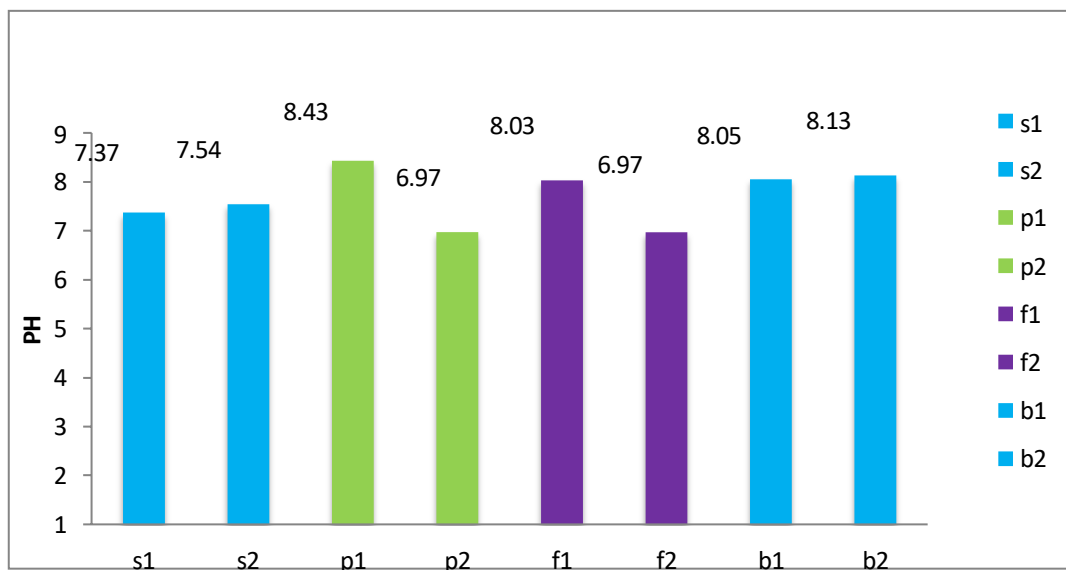
### IV.1.1 Les résultats des analyses physico-chimiques

Les analyses ont pour but d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux utilisées pour la consommation au niveau de la wilaya de Bouira (Annexe 05) .Sont représentés dans les histogrammes suivants :

#### ▪ Le PH

Le pH est un paramètre crucial pour les eaux destinées à la consommation publique, car il influence sur le goût (**BOUCHEMAL F, 2017**).

Les valeurs de pH mesurées pour les 9 échantillons variaient de 6,97 à 8,43 ,donc on constate que ces valeurs sont conformes aux normes de qualité qui varie entre de 6,5 à 9 (**JORA ,2014**).



**Figure N°08** : Résultats obtenus de pH des différentes sources d'eau.

#### ▪ Les conductivités

Elle permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau, la réglementation algérienne fixe une limite de 2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (**JORA ,2014**).

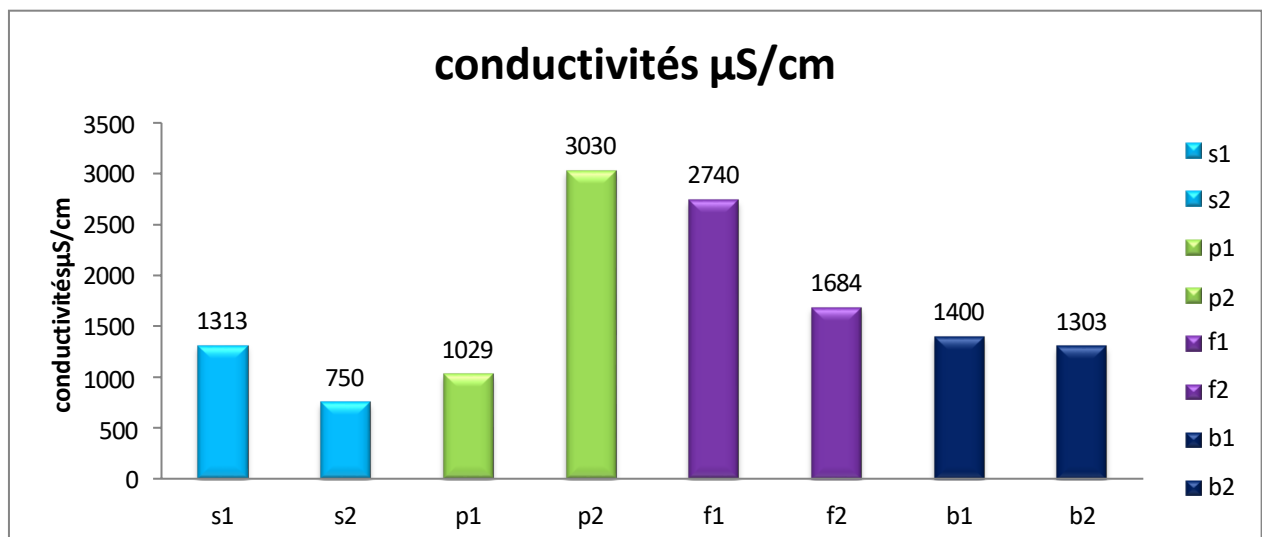
La conductivité de l'eau peut varier en fonction de sa source

- La conductivité de l'eau de source dépend des minéraux dissous présents dans le sol à travers lequel l'eau s'infiltré.

- L'eau de puits est également puisée à partir de sources souterraines, la conductivité de l'eau de puits peut varier en fonction de la composition géologique du sous-sol traversé par le forage. Si le sol contient des minéraux dissous ou des sels provenant de la dissolution de roches, l'eau de puits peut avoir une conductivité plus élevée (P2)

Cependant, il est également possible de trouver des puits avec une conductivité plus faible si l'eau est filtrée à travers des couches géologiques moins minéralisées (P2)

- l'eau de forage peut avoir une conductivité élevée en raison de la présence de minéraux dissous provenant de roches profondes.
- L'eau de barrage provient de réservoirs artificiels créés par la construction de barrages pour retenir l'eau. La conductivité de l'eau de barrage peut varier en fonction de la région géographique, de la qualité de l'eau de source alimentant le barrage et de l'influence des activités humaines.
- L'eau de barrage provient de réservoirs artificiels créés par la construction de barrages pour retenir l'eau. La conductivité de l'eau de barrage peut varier en fonction de la région géographique, de la qualité de l'eau de source alimentant le barrage et de l'influence des activités humaines.



**Figure N°09** : Résultats obtenus de conductivité des différentes sources d'eau.

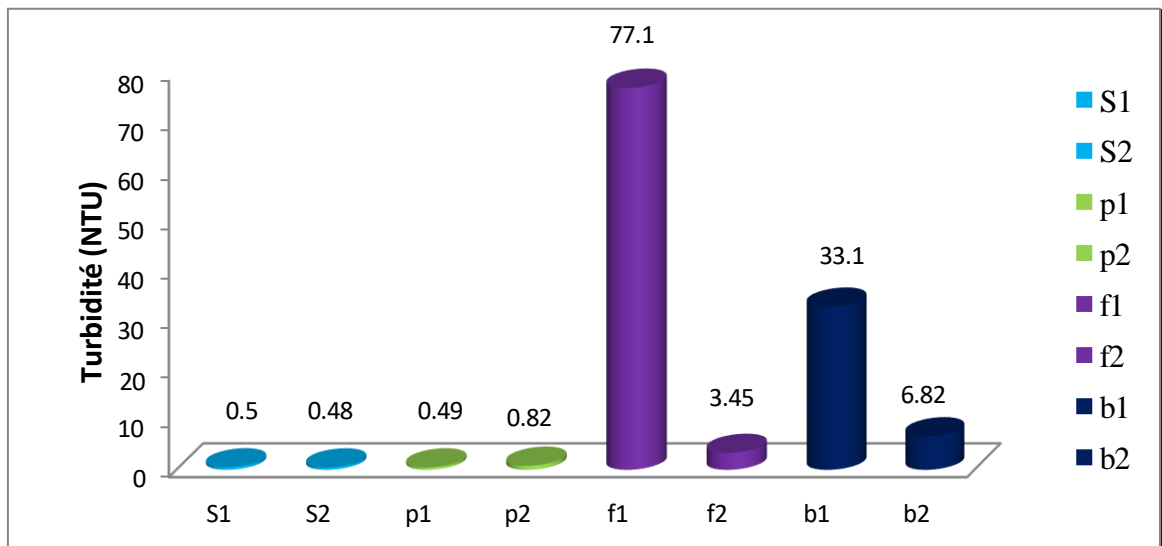
- **la turbidité**

Les valeurs de la turbidité pour l'échantillon (S1, S2, P1, P2, F2) sont comprises entre 0.48 NTU et 0.82 NTU qui sont conformes aux normes de qualité à la norme Algérienne fixée à 5,00 N.T.U. (JORA, 2014)

- La turbidité de l'eau de puits et de source peut être relativement faible, surtout si l'eau provient d'une nappe phréatique profonde et bien protégée des sources de contamination.

Les valeurs élevées de la turbidité pour l'échantillon (F1, B1, B2)

- L'eau de forage est généralement extraite à partir de puits profonds, la turbidité peut augmenter si le forage traverse des couches géologiques contenant des particules en suspension ou si l'eau est perturbée lors du processus de forage.
- La turbidité de l'eau des barrages peut varier en fonction des conditions environnementales, des apports d'eau de ruissellement et des activités humaines, Les barrages peuvent collecter des sédiments, des particules et des matières en suspension provenant du ruissellement, ce qui peut entraîner une turbidité plus élevée dans l'eau du barrage. De plus, les conditions météorologiques, telles que les fortes pluies, peuvent agiter le fond du réservoir et augmenter la turbidité de l'eau.



**Figure N° 10:** Résultats obtenus de la turbidité des différentes sources d'eau.

- **Ammonium**

Les valeurs nulles d'ammonium dans les deux sources et les deux forages et le premier puits correspond aux normes de qualité  $< 0.5$  mg /L (**JORA, 2014**).

L'ammonium peut être présent dans l'eau en raison de la décomposition de matière organique, telle que les déchets végétaux ou animaux. Cependant, si le sol environnant le puits, la source ou le forage est pauvre en matière organique ou si les conditions de dégradation biologique sont limitées, la concentration d'ammonium peut être négligeable.

Dans certains cas, l'eau peut traverser des couches géologiques qui agissent comme des filtres naturels, éliminant ou réduisant la présence d'ammonium. Ces couches peuvent être composées de matériaux tels que des argiles, des sables ou des roches qui adsorbent ou retiennent l'ammonium, permettant ainsi d'obtenir une eau avec une concentration d'ammonium proche de zéro.

Les teneurs élevées en ammonium dans le deuxième puits et les deux barrages dépassent la norme de la réglementation algérienne qui indique une valeur limite de 0.5 mg/L (**JORA, 2014**).

Une teneur élevée en ammonium dans un puits peut être causée par plusieurs facteurs, notamment les activités humaines comme l'engrais utilisés dans l'agriculture, les déchets animaux.

Certaines formations géologiques peuvent contenir naturellement des concentrations plus élevées d'ammonium. Par exemple, des sols riches en matière organique ou des roches contenant des minéraux riches en ammonium peuvent contribuer à une augmentation de la teneur en ammonium dans l'eau de puits.

Une teneur élevée en ammonium dans les barrages peut être causée par divers facteurs, notamment le ruissellement agricole, pollution urbaine et Décomposition de la matière organique.

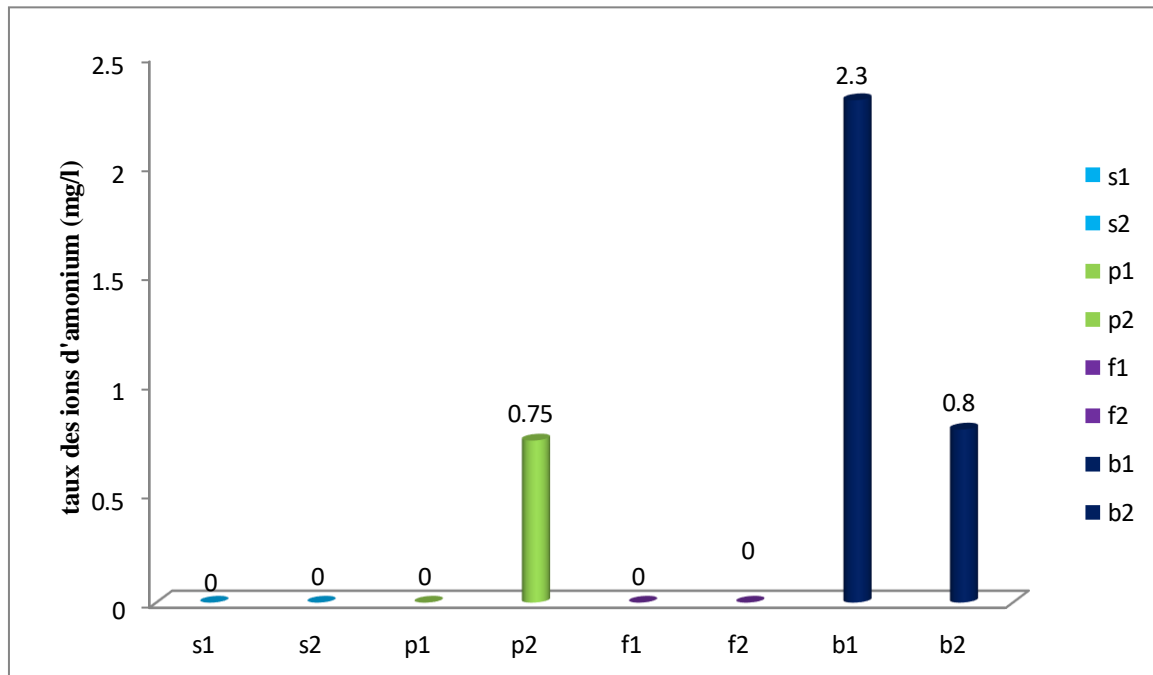


Figure N°11 : Résultats obtenus des ions d'ammonium des différentes sources d'eau.

#### ▪ Nitrite

Les valeurs de nitrite dans les deux sources, les deux forages, les deux puits et le barrage 1 sont conformes aux normes de qualité qui indiquent une valeur limite de 0.2 mg/L (JORA, 2014).

La teneur élevée dans le barrage 1 qui dépasse la valeur limite, peut-être à cause de l'utilisation excessive d'engrais azotés et de lisiers d'animaux dans l'agriculture peut entraîner un ruissellement des nitrates dans les cours d'eau et les réserves d'eau souterraine, les activités industrielles, les eaux usées domestiques provenant des zones urbaines, la décomposition de la matière organique.

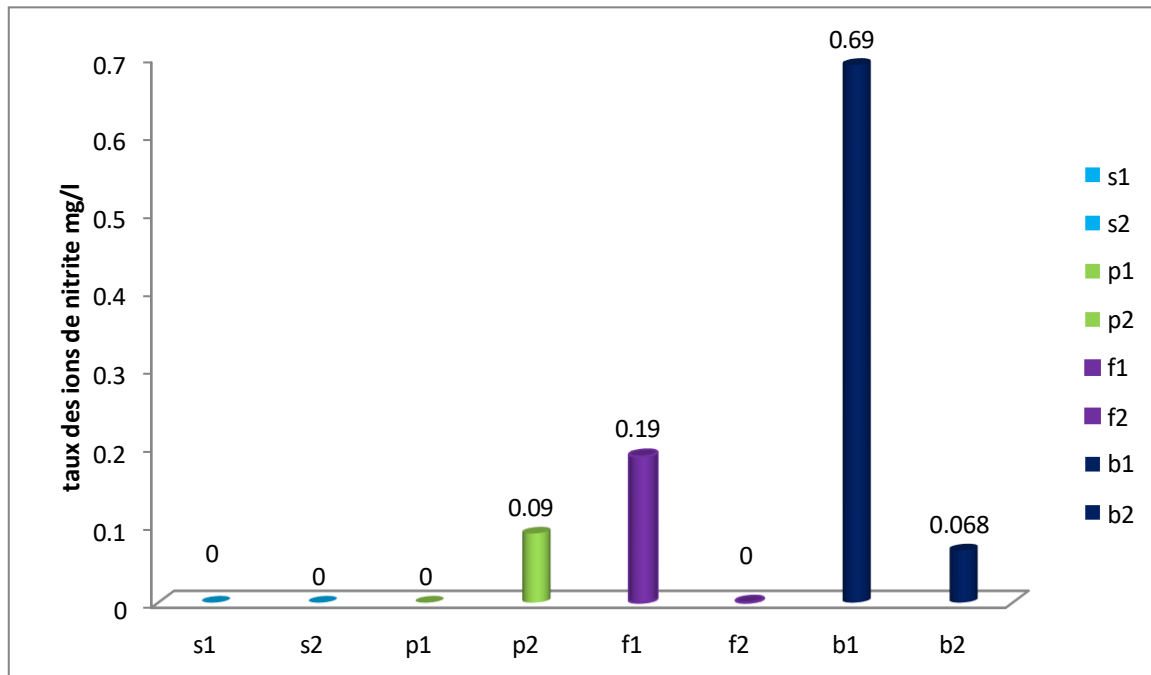


Figure N°12 : Résultats obtenus des ions de nitrite des différentes sources d'eau.

#### IV.1.2 Les résultats des analyses bactériologiques

Le but essentiel des analyses bactériologiques est confirmer la présence de bactéries, qui consiste à la recherche des Coliformes totaux et fécaux, *Escherichia coli* et des Streptocoques fécaux . Les résultats sont représentés dans les histogrammes suivants :

##### ▪ coliformes totaux

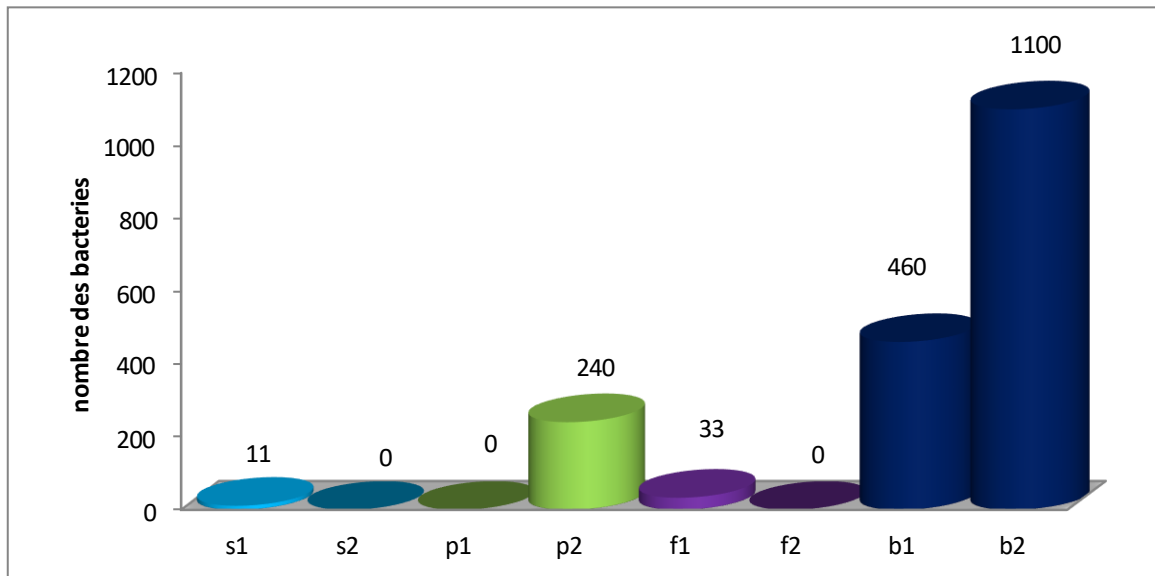
Les bactéries du groupe coliformes sont choisies comme des bactéries de référence de contamination fécale.

On n'a constaté que le taux des coliformes totaux conforme les normes Algérienne dans le S2, P1 et le F2 (JORA ,2014).

Les résultats en des deux barrages et le puits 1 en dépassant fortement les normes Algérienne (JORA ,2014).

Sont des indicateurs souvent utilisés pour déterminer la contamination fécale et pathogénique de l'eau.



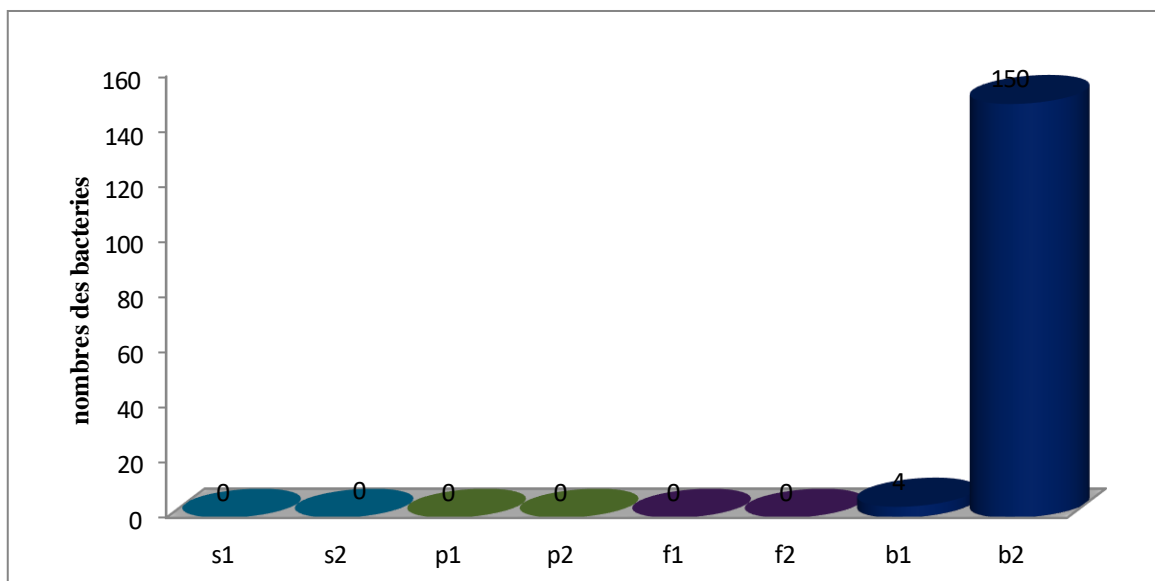


**Figure N°13** : Résultats obtenus de de coliformes totaux des différentes sources d'eau

#### ▪ Coliformes fécaux

L'absence totale de coliformes fécaux dans l'eau des sources, des forages et l'eau des puits qui sont conformes à réglementations Algérienne 0/100ml (**JORA ,2014**).

On remarque que les nombres de coliformes fécaux sont élevés dans l'eau des barrages et surtout au niveau de barrage 2 qui sont non conformes aux normes Algériennes (**JORA ,2014**).



**Figure N°14** : Résultats obtenus des coliformes fécaux des différentes sources d'eau.

- *Escherichia coli*

L'analyse microbiologique d'*Escherichia coli* montre que tous les échantillons des différentes sources présentent une absence totale d'*Escherichia coli*.

Les résultats obtenus sont conformes à réglementations Algérienne qui exclue la présence d'*Escherichia coli* (JORA ,2014).

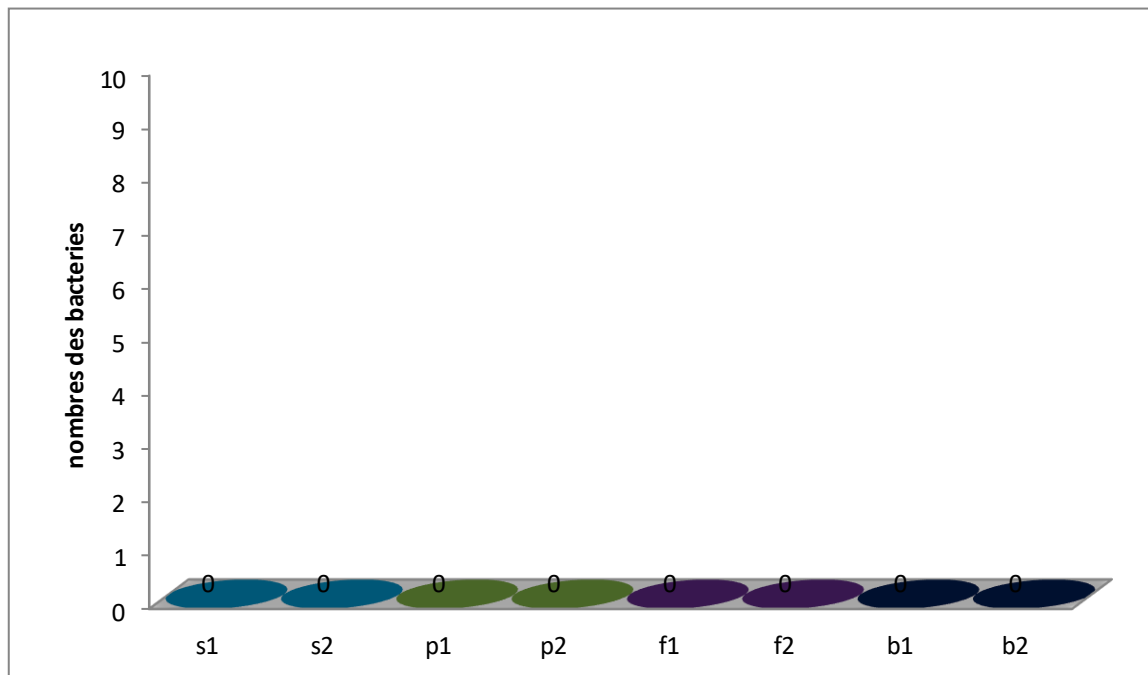
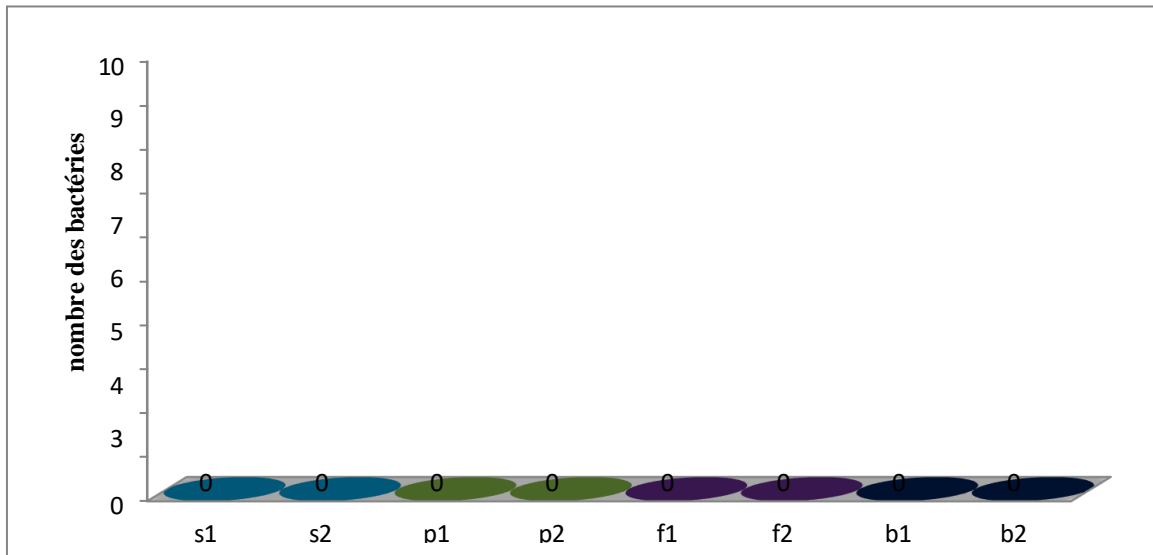


Figure N°15 : Résultats obtenus d'*Escherichia coli* des différentes sources d'eau.

- *streptocoques fécaux*

Les résultats de l'analyse bactériologique ont relève :

L'absence totale de streptocoques fécaux dans les deux sources, les deux forages, les deux puits et les deux barrages ce qui nous amène à conclure que ces eaux ont conformes aux normes Algérienne. (JORA ,2014)



**Figure N°16 :** Résultats obtenus des *streptocoques fécaux* des différentes sources d'eau.

### Discussion générale

Les eaux de S1 S2 P1 F2 sont de bonne qualité en raison de :

- L'absence de traitement chimique
- Protection naturelle
- se trouvent souvent dans des zones naturelles préservées, éloignées des activités humaines, Cela réduit le risque de contamination par des polluants d'origine humaine et permet à l'eau de maintenir une qualité supérieure.
- L'eau souterraine est filtrée naturellement à travers les couches de sol, ce qui peut contribuer à sa pureté et à sa qualité.

Les eaux de P2 F1 B1 B2 sont de mauvaise qualité :

- peuvent être contaminées par des matières fécales humaines ou animales. Cela peut se produire lorsque les sources d'eau souterraine sont situées à proximité de zones de systèmes d'assainissement défectueux, de fosses septiques défectueuses ou de sols contaminés par des matières fécales
- peuvent être contaminés par des infiltrations d'eau de surface
- Mauvaises pratiques de gestion des déchets

- Influences saisonnières
- Pollution agricole : L'utilisation excessive d'engrais, de pesticides et de produits chimiques agricoles peut entraîner le ruissellement de substances nocives dans les cours d'eau et les barrages
- Déchets urbains : Les rejets d'eaux usées et les déchets solides provenant des zones urbaines peuvent contaminer les sources d'eau qui alimentent les barrages
- Changements climatiques
- Érosion du sol.

# **CONCLUSION**

## CONCLUSION

L'eau constitue un élément essentiel pour l'être humain pour sa consommation journalière, ce qui implique une haute surveillance et un contrôle de cette ressource. Ainsi, le présent travail avait pour objectif d'effectuer des analyses bactériologiques et physico-chimiques des eaux de 08 sources destinées à la consommation humaine au niveau de certaines régions de wilaya de Bouira.

Du point de vue bactériologique, quelques échantillons analysés ont présenté des coliformes totaux et fécaux, Escherichia-Coli, streptocoque fécaux, faisant signe d'une contamination fécale.

Du point de vue physico-chimique, quelques échantillons analysés ont présenté des concentrations élevées de nitrite et d'ammonium, avec des valeurs aussi élevée de turbidité.

Les résultats des analyses ont montré que l'eau des sources Nassis et Ighzar Lvir, puits (école primaire) de Ain bessam et forage la Gare-lakhdaria sont confortables et satisfaisants grâce à la bonne qualité physico-chimique et bactériologique. Mais les eaux de puits Mosquée El Salam et de forage El Dardaria sont de mauvaise qualité, non consommable et présente un danger pour la consommation humaine.

Les résultats des deux barrages Lakhal et koudiet acerdonne montrent que les eaux sont de mauvaise qualité, particulièrement les eaux de barrage koudiet Acerdonne qui présentent des indicateurs de pollution et une charge bactérienne élevée, pour cela il nécessite un traitement efficace.

A ce titre, il est important de réaliser des analyses périodiques pour suivre l'évolution de la qualité de l'eau potable pour éviter sa contamination et préserver la santé des populations.

# **Référence bibliographique**

## Référence bibliographique

### A

**ALI M., NELSON A.R., LOPEZ A.L. AND SACK D. (2015)** . Updated global burden of cholera in endemic countries. PLoS Negl. Trop. Dis. 9(6): e0003832.

doi:10.1371/journal.pntd.0003832.

**AMARA, R. (2011)**. Impact de la pollution sur les écosystèmes côtiers: exemple de la Manche orientale. Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement, (Hors-série 9).

**ANCTIL, F. (2016)**. L'eau et ses enjeux 2e édition. Presses de l'Université Laval.

**ANSART S. AND GARRÉ M. (2008)**. Fièvre typhoïde. Ed. EMC (Elsevier Masson SAS Paris), maladies infectieuses, 8-019-A-10.

**ARCHIBALD, F. 2000**. The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems – a cause for concern. Water QualRes J. Canada. P : 1-22.

**ADJAHOUINOU D.C, BONIFACE Y, MOUHAMADOU N. D. L ET EMILE D. F. 2014**. Journal of Applied Biosciences 78 :6705 – 6713. Caractérisation bactériologique des eaux résiduaires brutes de la ville de Cotonou (Bénin). P : 6706.

### B

**BARRAQUE, 2006**, Economique en questions, l'eau des villes et l'eau des champs.

**BENBLIDIA, M., & THIVET, G. (2010)**. La problématique de l'eau en Algérie. Edition OPU.

**BENBLIDIA, M., & THIVET, G. (2010)**. Gestion des ressources en eau: les limites d'une politique de l'offre. Les Notes d'analyse du CIHEAM, 58, 15.

**BERCHE, 1994**. Cours de bactériologie médicale. Faculté de Médecine Necker Enfants-Malades in : B.E.H. Paris V, France, 10,1999.

**BOUZIANI, N., (2015)**. Eau, environnement et énergies renouvelables : vers une gestion intégrée de l'eau en Algérie. Thèse de Doctorat en sciences de gestion. Université de Tlemcen Abou Bekr Belkaid. Faculté des sciences économiques, commerciales et des sciences de gestion, 246p.

**BOUCHEMAL F. 2017** – Diagnostic de la qualité des eaux souterraines et superficielles de la région de Biskra: Hydraulique. Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider, Biskra, 179 p.



## **C**

**CAMILLE.BERNARD T.(2003).**Surveillance sanitaire et microbiologie des eaux.Paris New York : Lavoisier, pp269. Avril, J.L.Dabernat, H. Denis, F.Monteil,H.(1992)-Bactériologie clinique.2éd Ellipses.ISBN 2-7298-9128-4. 33p.

**CARRE, C., & DEROUBAIX, J. F. (2009).** L'utilisation domestique de l'eau de pluie révélatrice d'un modèle de service d'eau et d'assainissement en mutation?. Flux, (2), 26-37.

**CELLIER, P., & GENERMONT, S. (2016).** L'AGRICULTURE ENTRE POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE AGRICULTURE IN THE SCOPE OF BOTH AIR POLLUTION AND CLIMATE CHANGE. Pollution atmosphérique, 64.

**C.KIRDA, 1997:** Assessment of irrigation water quality.Clinical response and outcome of infection with Salmonella enterica serotype typhi with decrescendo susceptibility to fluoroquinolones: a United States Food Net Multicenter Retrospective cohort Study. Antimicrob. Agents chemother. 52:1278-1284.

**COING, H., & MONTAÑO, I. (1986).** La gestion de l'eau potable dans le tiers monde. In Les Annales de la recherche urbaine (Vol. 30, No. 1, pp. 34-42). Persée-Portail des revues scientifiques en SHS.

**CRUMP J.A., KRETSINGER K., GAY K., HOEKSTRA R.M., VUGIA D.J., HURD S. ET AL. (2008).**

## **D**

**DELOLME, H., BOUTIN, J., & ANDRE, L. J. (1992).** Eau douce et Pathologie. Médecine d'Afrique Noire, 39(3).

**DESJARDINS R., 1997.** Le traitement des eaux. Edition, l'école polytechnique de Montrieux, Canada, 304p.

**DIOP C., 2006** – étude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar,mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales, université cheikhantadiop de Dakar.

**DUPRAY, E., & DERRIEN, A. (1995).** Influence du passage de Salmonella spp. et E. coli en eaux usées sur leur survie ultérieure en eau de mer. Water Research, 29(4), 1005-1011.

## **E**

**EMMANUEL, E., THELEYS, K., LACOUR, J., PLANCHER, M. J., ANTOINE, J., MARSEILLE, K. B. A., & JOSEPH, O. (2008).** Pollution et altération des eaux terrestres et maritimes. Conséquences de la dégradation quantitative et qualitative de la ressource en termes de perte de biodiversité.

## ***F***

**FESTY, B., HARTEMANN, P., LEDRANS, M., LEVALLOIS, P., PAYMENT, P., & TRICARD, D. (2003).** Qualité de l'eau. Environnement et santé publique-Fondements et pratiques, 333-368.

**FOURNIER J.M., (1996).** Choléra. Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris), Maladies infectieuses, 8-026-F-10, 5p.

**FOURNIER J.M. ET QUILICI M.L. (2002).** Infections à Vibrions non cholériques. Encycl. Méd.Chir. Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, 8-026-F-15, 7p.

**F.U.N.A.S.A. 2013.** Fondation nationale de la santé. Manuel pratique d'analyse de l'eau. P : 32.

## ***G***

**GADELLE, F. (1995).** Le monde manquera-t-il bientôt d'eau?. Science et changements planétaires/Sécheresse, 6(1), 9-14.

**GAIDE A., 1984.** Epuration biologique des eaux usées urbaines. Ed., O.P.U. Tome 1 et 2 Alger.

**GEFFRAY L. (1996).** Le choléra. Rev. Praticien. 2 : 197-203.

**GUPTA. D.B. 1992.** The importance of water resources for urban socioeconomic development. In International Conference on Water and the Environment. Development Issues for the 21st

## ***H***

**HASLEY, C. ET H. LECLERC (éd.).** Microbiologie des eaux d'alimentation. Tech. D o c . Lavoisier, Paris, 1993, 496 p

**HEBERT, S., & LEGARE, S. (2000).** Suivi de la qualité de l'eau des rivières et des petits cours d'eau.

## ***J***

**JEAN CLAUDE B. (1992).** Chimie des Eaux. 2ème Edition. Les éditions du griffon d'Argile. P 213-215.

**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

## ***K***

**KADI, A. (1997)**. La gestion de l'eau en Algérie. Hydrological sciences journal, 42(2), 191-197.

**KHERIFI ET BEKIRI, 2017**.les maladies à transmission hydrique en Algérie. Journalalgérien des régions aride : 10

## ***L***

**LAGREB H. ET SEMANE S., (2007)** Etude de la qualité des eaux potables de la ville de Djelfa par régionalisation stochastique des paramètres hydro chimiques. 88p, Thèse d'ingénieur, Ed. CU. Djelfa

**LAGREB H. ET SEMANE S., (2007)**. Exploitations et utilisations des eaux souterraines dans le monde. Coédition: UNESCO et BRGM, 52p.

**LENOBLE, V. (2003)**. Elimination de l'Arsenic pour la production d'eau potable: oxydation chimique et adsorption sur des substrats solides innovants (Doctoral dissertation, Université de Limoges).eaux usées, eaux de boissons.2eme édition : Cebedoc. P : 81-82-120.

**LESOUF, A., BELAMIE, R., & MONTIEL, A. (1979)**. Un indicateur de pollution à mémoire. L'analyse des métaux dans les sédiments de rivière. Journal français d'hydrologie, 10(3), 165-172.

## ***M***

**MARCHOU B.** Diarrhées du voyageur : épidémiologie, prévention et conduite à tenir. Presse Med 2013 ; 42 : 76-81.)

**MBONGO, 2015**.Etude des déterminants des maladies hydrique chez les enfants de 0 a 05 ans.Mémoire de licence, université pédagogique national

**MERAH ABDELKADER, (2019)**,Etude de la qualite physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de la région el hassiane willaya de Mostaganem ,Université Abdelhamid Ibn BadisMostaganem,71p.

**MILOUDI A., 2009**. Inventaire des espèces macrophytes épuratrices dans la cuvette d'Ouargla. Mémoire d'ingénieur en Agronomie Saharienne. Université d'Ouargla.

**MONJOUR, D. L. (1998).** Eau et Santé-L'eau polluée le plus grand fléau du monde. La Houille Blanche, (2), 29-33.

**MUSY A. ET HIGY C., 2004.** Hydrologie. Ed Presses polytechniques et universitaires, Romandes, Lausanne.

## **O**

**OMS., 1984.** Centre d'expertise en analyse environnementale, Détermination de la conductivité : méthode électrométrique.

## **P**

**PAYMENT, P., & HARTEMANN, P. (1998).** Les contaminants de l'eau et leurs effets sur la santé. Revue des sciences de l'eau, 11, 199-210

**POTELOM J-L. ET ZYSMAN K., 1998.** Le guide des analyses de l'eau potable. Edition de la Lettre du cadre territorial, Paris.

**PROULX, F., RODRIGUEZ, M., & SERODES, J. B. (2010).** Les goûts et les odeurs dans l'eau potable: revue des composés responsables et des techniques de mesure. Revue des sciences de l'eau, 23(3), 303-323.

## **Q**

**QUATUNAU G. (1998).** Les maladies à transmission hydrique en Afrique. Edition Dunod. 273p.

## **R**

**RODIER J., (1984)** Analyse d'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires et de mer. 722p, Ed. DUNOD, Paris

**RODIER J ET COLL., 2005.** L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer : chimie, physicochimie, microbiologie, interprétation des résultats. 8 ème Ed., Dunod Paris. 1383p.

## **S**

**SACK D. A., SACK R. B., NAIR G. B. AND SIDDIQUE A. (2004).** Cholera. Lancet. 363: 223- 233.

**SANTE CANADA, 1995.** La turbidité. Document de support aux recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Bureau de la qualité de l'eau et de la santé, Direction

générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa .

## **T**

**THOUEZ, J. P. (1979).** Caractéristiques Physico-Chimiques De L'Eau Potable et la Mortalité Ischémique Du Cœur: Application Aux Municipalités Des Cantons De L'est (Québec). Canadian Geographer/Le Géographe canadien, 23(4), 308-321.

**THOUEZ, J. P. (1979).** L'analyse de l'eau, 8ème édition. Dundod, Paris. P57, p66, p112, p230, p23, p25, p30

## **V**

**VIERLING E., 2008.** Aliment et boissons: filière et produit. 3ème édition. Doin éditeur. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. France. 230p.

## **W**

**WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2003).** Department of Vaccines and Biologicals. Background document: the diagnosis, prevention and treatment of typhoid fever. Geneva:WHO: from:[www.who.int/entity/vaccine\\_research/documents/en/typhoid\\_diagnosis](http://www.who.int/entity/vaccine_research/documents/en/typhoid_diagnosis).

## **X**

**XAVIER N., HERVE G. AND LE GUEN P. (2007).** Shigellose ou dysenterie bacillaire. J. Exp. Med. 36: 1606–18.

### **SITES INTERNET**

**Anonyme01 :**[www.dcwboaira.dz/fr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=57&Itemid=34](http://www.dcwboaira.dz/fr/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=34)[en ligne] consulter 1/06/2019



# ANNEXES

## Annexe 01



**FigureI : lieu de stage(Laboratoire de l’ADE)**

## Annexe 02

- **Matériels utilisés**
  - Flacons : pour l'échantillonnage
  - Glacière : assure le transport des échantillons à température basse
  - l'alcool
  - coton
  - Pincés
  - Pipettes.
  - Des béchers.
  - Burettes
  - Balance analytique.
  - pH- mètre
  - Conductimètre.
  - Turbidimètre
  - Étuve : pour l'incubation.
  - Autoclave : pour l'autoclavage (verreries...)
  - Bec benzène : stérilisation lors de l'analyse microbiologique.
  - Tubes à essais.
- **Les milieux de culture et les réactifs**
  - BCBL
  - ROTH
  - EVA Litsky
  - Schubert
  - Réactif de Kovacs

## Annexe 03

### 1. Milieux et reactif

#### 1.1 BCPL (Bouillon lactosé au bromocrésol-pourpre)

##### A double concentration :

- Peptone .....	10g
- Extrait de Viande de bœuf .....	6g
- Lactose.....	10g
- Pourpre de bromocrésol.....	0,06g
-Eau distillée.....	1000ml

##### A simple concentration :

- Peptone .....	5g
- Extrait de Viande de bœuf .....	3g
- Lactose.....	5g
- Pourpre de bromocrésol.....	0,03g
-Eau distillée.....	1000ml

#### 1.2 Schubert



- Tryptophane .....	0,2g
- Acide glutamique.....	0,2g
- Sulfate de magnésium.....	0,7g
- Citrate de sodium .....	0,5g
- Sulfate d'ammonium .....	0,4g
- Chlorure de Sodium.....	2g
-Tryptone oxyde.....	10g
- Mannitol.....	7,5g
- Eau distillée.....	500ml
- Tampon Phosphate .....	500ml

### 1.3 Kovacs (reactif)

- P. diméthylaminobenzaldehyde .....	10 g
- Alcool isoamylique.....	150 ml
- Acide chlorhydrique concentré .....	50ml

### 1.4 Bouillon glucosé à l'azide de sodium (milieu de Rothe)

#### □ A double concentrations :

- Tryptone.....	40g
- Glucose .....	10g
- Chlorure de sodium .....	10g
- Phosphate bipotassique .....	5,4g
- Phosphate mon potassique .....	5,4g
- Azide de sodium.....	0,4g
- Eau distillée.....	1000ml

#### □ A Simple concentrations :

- Tryptone.....	20g
- Glucose .....	5g
- Chlorure de sodium .....	5g
- Phosphate bipotassique .....	2,7g
- Phosphate mon potassique .....	2,7g
- Azide de sodium.....	0,2g
- Eau distillée.....	1000ml

### 1.5 EVA ( Bouillon glucosé à l'éthyle violet et l'azide de sodium)

- Tryptone.....	20g
- Glucose .....	5g
- Chlorure de sodium .....	5g
- Phosphate bipotassique .....	2,7g
- Phosphate mono potassique .....	2,7g
- Azide de sodium.....	0,3g
- Ethyle.....	0,0005g
-Eau distillée.....	1000ml

## Annexe 04

Tableau I : Indices de la technique de Nombre le plus probable (NPP)

3 tubes de 10ml	3 tubes de 1ml	3 tubes de 0.1 ml	Indice NPP
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100

## Annexe 04

**Tableau II :** Résultats des analyses physico-chimiques de différentes sources.

Paramètres Sources	Températures C°	PH	Conductivités $\mu\text{S/cm}$	Turbidités NTU	NH4+ mg/l	NO2+ mg/l
Source 1	10.4	7.37	1313	0.50	00	00
Source 2	16.7	7.54	750	0.48	00	00
Puits 1	10	8.43	1029	0.49	00	00
Puits 2	13.8	6.97	3030	0.82	0.75	0.09
Forage 1	14.6	8.03	2740	77.1	00	0.19
Forage 2	15.3	6.97	1684	3.45	00	00
Barrage 1	18.6	8.05	1400	33.1	2.30	0.69
Barrage 2	13.1	8.13	1303	6.82	0.80	0.068
Normes	/	6, 5 – 9	2800	5,00	< 0.5	<0.2

**Tableau III** : Résultats globaux des analyses bactériologiques de différentes sources.

<b>Paramètres</b> <b>Source</b>	<b>CT</b>	<b>CF</b>	<b>E. Coli</b>	<b>SF</b>
<b>S1</b>	11 /100ml	00 /100ml	00 /100ml	00 /100ml
<b>S2</b>	00 /100ml	00 /100ml	00 /100ml	00 /100ml
<b>P1</b>	00 /100ml	00 /100ml	00 /100ml	00 /100ml
<b>P2</b>	240 /100ml	00 /100ml	00 /100ml	23 /100ml
<b>F1</b>	33 /100ml	00 /100ml	00 /100ml	00 /100ml
<b>F2</b>	00 /100ml	00 /100ml	00 /100ml	00 /100ml
<b>B1</b>	460/100ml	04/100ml	00/100ml	00/100ml
<b>B2</b>	1100 /100 ml	150/100ml	00 /100ml	150/100 ml
<b>Normes</b>	10/100ml	00/100ml	00/100ml	00/100ml

## **Résumé**

Les eaux sont de plus en plus exposées aux divers agents de pollution par infiltration de différents rejets vers les ressources d'eau. A cet effet, ce présent travail consiste à évaluer et comparer la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux de surfaces (barrage) et des eaux souterraines (forage, puits et source) utilisées pour la consommation au niveau de la wilaya de Bouira.

Les résultats ont montré que les eaux de deux sources analysées sont conforme à la norme, mais il existe une différence dans la qualité de l'eau des puits et des forages .Alors que l'eau des deux barrages lakhal et Koudiet Acerdonne sont de mauvaise qualité avec une charge bactérienne élevée au barrage Koudiet Acerdonne, qui nécessite un traitement efficace de désinfection pour protéger la santé et le bien être de consommateur.

**Mots-clés** : Analyses physico-chimiques et microbiologiques, forage, puits, source, barrage.

## **Abstract**

The waters are increasingly exposed to the various agents of pollution by infiltration of various rejections towards the water resources. To this end, this present work consists in evaluating and comparing the microbiological and physico-chemical quality of surface

water(dam) and ground water(Drilling, wells, springs) used for consumption at the level of the wilaya of Bouira.

The results showed that the waters of the two sources analyzed are in conformity with the standard, but there is a difference in the quality of the water of the wells and the boreholes. While the water of the two lakhal and Koudiet Acerdonne dams are of poor quality with a high bacterial load at the Koudiet Acerdonne dam, which requires effective disinfection treatment to protect the health and well-being of consumers.

**Key Word:** The Physico-chemical and microbiological analyzes, drilling, wells, springs, dams.

## ملخص

المياه معرضة بشكل متزايد لعوامل التلوث من خلال تسرب مختلف التزفريتا الفص مرفالم الميفاه ، لهفا الرفر يتمثل هفنا المعطل منف تجمففي و مدامنفة الجفولم المكروبولوفنفة والنزباكففة والكفركففة للمبفاه السفف به (السفنول) والمبفاه الجرمففة) ل نروم البفغام واليففافي ( المسففففة لالانفففهم تفففص مسففور و بففه ال ففورم.

أظفرا الففكاف أن مفا المفا عفن اللافن فف ف لفلهما م ابفة للمعافر ، ولكن هفام اختلف م وفولم مفاه البفغام وال ففر ، مف ففن أن مفا الفف لك ل وكولفب ألرلون ملففة الجولم، م وول كفاففة بكفرففة فالفة مف الفد كولفب الفرلون ، ألمفر الاف بفب معالجة و ف هفر معال ل مافة صة ومماهفة المسفهلكن.

**لكلمات المفتاحفة:** الف الفل الفزفوكفمفاكة والمكروبولوفوة، الف فرف، البام، الفبابف ، السول .

