

République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abbés Laghrour-Khenchela-

Faculté des Sciences de la nature et de la vie

Département d'Ecologie et Environnement

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de

Master Académique

Spécialité: Protection Des Ecosystèmes



## Thème

Etude de la qualité physicochimique bactériologique  
des eaux des citernes de distribution,  
des eaux potable - cas ville de Khenchela

**Proposé par:**

**Dr , Sedrati Abdenour**

**Présenté par:**

**Khebbaz Zineb**

**Ghribi Dalal**

**Devant le jury:**

**Président Houha Belgacem**

**Professeur**

Université de Khenchela

**Examinatrice Berkani Cherifa**

**M.C.B**

Université de Khenchela

**Encadreur Sedrati Abdenour**

**M.C.B**

Université de Khenchela

*Année universitaire : 2020/2021*

# Dédicaces

Je remercie « ALLAH » le tout grand Et le tout puissant pour m'avoir  
donné la volonté, la patience et le courage pour finir mon étude  
universitaire et réaliser ce Modeste travail, fruit de plusieurs années

Je dédie ce travail à

A mes très chers parents qui m'ont donné un magnifique modèle de  
labeur et de persévérance...qu'ils trouvent ici l'expression de mon

A mes chers frères

A mes chers sœurs

A mes amies sans exception chaqu'un par son nom en particulier  
:Khadija ;Radia ;Manel ; Celia ;Khawla et mon binôme Dalal

A tous mes collègues de la promo 2020-2021 Protection des écosystèmes

En témoignage de l'amitié qui nous a uni et des souvenirs de tous les moments que  
nous avons passé ensemble je vous dédie ce travail et  
je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

**ZINEB**



# Dédicaces

*Au tout puissant All*

*A toi la louange, Ô la lumière des cieux ; de la terre et de ce qu'ils renferment. Gloire à toi de nous avoir assisté de talumière et en toute circonstance matin et soir*

*Je tiens à dédier ce modeste travail à :*

- + Mes chers parents : Mouhamed Ali et Dhawia*
- + Mes frère : Faride, choukri et sa femme hana , Ramzi*
- + Mes sœurs : Hanan ,Imenet sa fille Yakin, Widad, Hadjir ,Roua*

*+ Ma grand-mère : Sarhoudah*

*+ La famille GHERIBI*

*Mes Oncles et mes tante : salim ,Tidjani ,Zineb, Houria*

*+ Mes amies, tout particulièrement :*

*Zineb Khebbaz , Célia Nemmar , Khawlla Talbi , Marwa Hilali , Samra Amarnia et Ms . Ramzi .B... merci pour vos conseils et vos*

*encouragements, mais aussi pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables.*

*Je tiens à remercier le personnel du laboratoire d'analyse de la wilaya de Khenchela de m'avoir aidé dans la partie*

*expérimentale de mon travail en particulier ; Chef laboratoire M.Hougasse, M<sup>elle</sup> Ilham, M<sup>ed</sup> Sedrati*

*et Toute l'équipe de laboratoire*

*Dalal*

# Remerciements

Nous remercions tout d'abord Allah, le tout puissant, le miséricordieux, de nous avoir appris ce que nous ignorions, de nous avoir donné la santé et tout dont nous nécessitions pour l'accomplissement de ce travail.

Nous remercions, notre promoteur Dr. Sedrati Abdenour , qui a pris tout le soin de nous orienter et nous faire part de ces précieuses remarques surtout ses encouragements et sa disponibilité qui ont grandement continué à l'élaboration de ce mémoire.

Notre Maître Et Président du jury Professeur Houha Belgacem nous tenons à le remercier pour avoir 'accepter de présider ce jury, qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect.

Notre Maître Et examinatrice Berkani Cherifa Nous tenons à la remercier d'avoir accepté de faire partie de ce jury, d'avoir porté un 'intérêt à ce travail.

Nous remerciment également :

Le directeur de laboratoire des analyses de l'agence algérienne des eaux de la wilaya de Khenchela

Je remercie également l'équipe du laboratoire de L'ADE Khenchela pour m'avoir accueilli au sein du laboratoire et pour leur gentillesse.

Nous tenons aussi à remercier nos familles pour leur soutien moral et leur patience pendant les moments difficiles dans la réalisation de ce travail

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.



# SOMMAIRE

I	<b>Dédicace</b>
ii	<b>Remerciement</b>
iii	<b>Liste des figures</b>
vi	<b>Liste des tableaux</b>
v	<b>Liste des abréviations</b>
iv	<b>Introduction Générale</b>

## **Chapitre 1**

		Page
01	<b>Répartition de l'eau sur la terre</b>	01
02	<b>Cycle de l'eau</b>	01
03	<b>Ressources en eau</b>	03
04	<b>Ressources en eau conventionnelles</b>	03
05	<b>Ressources en eau non conventionnelles</b>	03
06	<b>Potabilité de l'eau</b>	03
07	<b>Classification des eaux de consommation</b>	04
08	<b>Eaux du robinet</b>	04
09	<b>L'eau de source</b>	04
10	<b>Eau minéral</b>	04
11	<b>l'eau et ces qualités</b>	04
12	<b>Les normes de la qualité de l'eau</b>	05
13	<b>Les normes physicochimiques</b>	05
14	<b>Les normes bactériologiques</b>	06
15	<b>Aspect réglementaire</b>	07

## **Chapitre 2 :**

16	<b>Pollution des eaux</b>	08
17	<b>Définition de pollution d'eau</b>	08
18	<b>Classification de pollution d'eau</b>	08
19	<b>Classification selon l'origine de la pollution</b>	09
20	<b>Pollution domestique</b>	09
21	<b>Pollution urbaine</b>	09
22	<b>Pollution agricole</b>	09
23	<b>Pollution industrielle</b>	09
24	<b>Microorganismes de l'eau</b>	10
25	<b>Les bactéries</b>	10
26	<b>Germes totaux</b>	10
27	<b>Les bactéries indicatrices de contamination fécale</b>	10
28	<b>Coliformes totaux (CT)</b>	10
29	<b>Coliformes thermotolérants (ou fécaux)</b>	10
30	<b>Les maladies transmission hydrique (MTH)</b>	13

31	<b>Les maladies d'origine bactérienne</b>	13
32	<b>Le choléra</b>	13
33	<b>La fièvre typhoïde et para -typhoïde</b>	14
34	<b>Maladies d'origine virale</b>	14
35	<b>L'hépatite E</b>	14
36	<b>Poliomyélite</b>	14
37	<b>Maladies d'origine parasitaire</b>	14
38	<b>L'onchocercose</b>	14
39	<b>Schistosomose</b>	14

### **Chapitre 3 :**

40	<b>Situation géographique</b>	16
41	<b>Présentation administrative de la commune de Khenchela</b>	16
42	<b>La population</b>	17
43	<b>Etude climatologique</b>	17
44	<b>Les précipitations</b>	17
45	<b>La température</b>	18
46	<b>Technique d'échantillonnage et méthode d'analyse</b>	19
47	<b>Matériel</b>	19
48	<b>Echantillonnage</b>	21
49	<b>Techniques de prélèvement</b>	21
50	<b>Transport des échantillons</b>	22
51	<b>Méthodes d'analyses</b>	22
52	<b>Analyses physiques</b>	22
53	<b>Mesure de Turbidité</b>	22
54	<b>Les Analyses chimiques</b>	23
55	<b>Paramétré de pollution</b>	23
56	<b>Phosphates (<math>\text{PO}_4^{-3}</math>)</b>	23
57	<b>Nitrite (<math>\text{NO}_2^-</math>)</b>	23
58	<b>Nitrate (<math>\text{NO}_3^-</math>)</b>	24
59	<b>Ammonium (<math>\text{NH}_4^+</math>)</b>	25
60	<b>Les sels minéraux</b>	26
61	<b>Le titre alcalimétrique complet (TAC)</b>	26
62	<b>La dureté (Titre Hydrométrique TH)</b>	26
63	<b>Calcium (<math>\text{Ca}^{+2}</math>) et Magnésium (<math>\text{Mg}^{+2}</math>)</b>	27
64	<b>Sodium (<math>\text{Na}^{+2}</math>)</b>	28
65	<b>Chlorures (<math>\text{Cl}^-</math>)</b>	28
66	<b>Sulfate (<math>\text{SO}_4^{-2}</math>)</b>	29
67	<b>Paramètre indésirable</b>	29
68	<b>Fer (Fe)</b>	29
69	<b>Analyses bactériologiques</b>	29
70	<b>Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux</b>	29
71	<b>Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux</b>	32

## Chapitre 4 :

72	<b>Paramètres physico-chimiques</b>	34
73	<b>Les températures</b>	34
74	<b>Potentiel hydrogène</b>	35
75	<b>La conductivité électrique</b>	35
76	<b>Turbidité</b>	36
77	<b>Ammonium (<math>\text{NH}_4^+</math>)</b>	37
78	<b>Nitrites</b>	37
79	<b>Phosphates(<math>\text{PO}_4^{2-}</math>)</b>	38
80	<b>Nitrates</b>	39
81	<b>Paramètres bactériologiques</b>	40
82	<b>Résultats des coliformes totaux :(Période froid)</b>	42
83	<b>Résultats des coliformes fécaux (E. coli)</b>	43
84	<b>Résultat de streptocoques fécaux</b>	44
85	<b>Classification des échantillons</b>	45

N°	Titre	Page
01	Normes physico-chimiques	05
02	Normes recommandées des paramètres microbiologiques	06
03	Origines et natures de différentes sources de pollution de l'eau	08
04	Paramètre bactériologique de l'eau potable	13
05	Liste des plus fréquents micro-organismes pathogènes dans l'eau et les malades qui provoquent.	15
06	Densité de la population de la commune de Khenchela	17
07	Températures mensuelles moyennes dans la wilaya de Khenchela au cours de la période (2011-2021)	18
08	Les caractéristiques des cinq échantillons d'eau étudiés	22
09	Résultats des températures dans les eaux de citernes étudiées	34
10	Résultats des pH dans les eaux de citernes étudiées	35
11	Résultats des conductivités électriques dans les eaux de citernes étudié	35
12	Résultats des Turbidités dans les eaux de citernes étudiées	36
13	Résultats d'Ammonium dans les eaux de citernes étudiées	37
14	Résultats des nitrites dans les eaux de citernes étudiées	37
15	Résultat de la teneur en Phosphates dans les eaux de citernes	38
16	Résultat de la teneur en nitrates dans les eaux de citernes étudiée	39
17	Les résultats des analyses bactériologiques des eaux de citernes étudiées	41

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
01	Répartition de l'eau sur la terre	01
02	Schéma de cycle de l'eau	02
03	Classification génétique d'Escherichia coli	11
04	Classification génétique de la bactérie streptocoques fécaux	12
05	Classification génétique de la bactérie Clostridium sulfito-réducteurs.	12
06	La carte administrative de la wilaya de Khenchela et la situation de la vi de Khenchela dans la wilaya et leur sectorisation	16
07	Diagramme des précipitations moyennes mensuelles de la période	18
08	Diagramme des températures moyennes mensuelles de la période	18
09	matériel utiliser in-situ	19
10	Les outils de sécurité au laboratoire	20
11	L'appareil spectrophotomètre	20
12	Prélèvement de l'eau de citerne	22
13	Mesure de turbidité	23
14	Dosage des nitrates par spectrophotomètre	25
15	Dosage d'ammonium par spectrophotomètre	26
16	Le titrage de la dureté Totale	27
17	Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	31
18	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.	33
19	Variation des températures dans les eaux de citernes étudiées.	34
20	Variation des pH dans les eaux de citernes étudiées	35
21	Variation de la conductivité électrique dans les eaux de citernes étudiées	36
22	Variation de la Turbidité dans les eaux de citernes étudiées	36
23	Variation d'Ammonium dans les eaux de citernes étudiées	37
24	Variation de Les nitrites dans les eaux de citernes étudiées	38
25	Variation de la teneur en Phosphates dans les eaux de citernes étudiées	39
26	Variation de la teneur en nitrates dans les eaux de citernes étudiées	40
27	Cercle relatif des coliformes totaux dans les eaux de citernes étudiés Pendant le mois d'Avril 2021(T : 15-19 C°)	42
28	Cercle relatif des coliformes totaux dans les eaux de citernes étudiés Pendant le mois de juin 2021(T : 30 C°)	43
29	Cercle relatif des coliformes fécaux dans les eaux de citernes étudiés Pendant le mois de juin 2021(T : 30 C°)	44

**%** : pourcentage

**(-)** : négatif.

**(+)** : positive.

**ADE** : Algérienne des eaux.

**C °** : degré Celsius

**CaCO<sub>3</sub>** : Carbonate de calcium

**Cd** : Cadmium

**CE** : Conductivité électrique

**CF** : Coliformes fécaux

**CF** : Coliformes fécaux

**Cl<sup>-</sup>** :Chlorures

**COV** : Les composés organiques volatils

**CSR** : Clostridium Sulfito-Réducteurs

**CT** : Coliformes totaux

**E. coli** : *Escherichia coli*

**EDTA** : Acide Éthylène Diamine tétra acétique

**h** : l' heure

**HAP** : Les hydrocarbures aromatiques polycycliques

**m** : mètre.

**m<sup>3</sup>** : mètre cube

**MES**:Matière En Suspension

**Mg** : Milligramme

**mg/l** : milligramme par litre.

**min** : minute

**ml** : Millilitre

**mm** : Millimètre

**Mn** : Manganèse

**MTH** : Les maladies transmission hydrique

**Na** : Sodium

**Na Cl** : Chlorure de sodium

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrite

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**: Les nitrates

**NTU** : Unité de Turbidité Néphélométrique.

**pH** :Potentiel d'hydrogène

**TH** : Titre Hydrométrique

**UFC** : Unité Formant Colonie

**μS** : Micro siemens

**Ca<sup>2+</sup>** : Ion calcium

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** :Ion bicarbonate

**Mg<sup>2+</sup>** : Ion magnésium

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : Ammonium

**SO<sub>4</sub><sup>-</sup>** : Sulfate

**H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>** : Phosphates

**NO<sub>3</sub>**:Nitrate



# INTRODUCTION

L'eau est l'élément essentiel à la vie. Elle représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants, Le corps d'un être humain adulte est composé de 60% d'eau et une consommation minimale de 1,5 litre d'eau par jour lui est nécessaire (DIOP, 2006).

L'eau est utilisée pour de nombreux usages essentiels: la boisson, la préparation des repas, l'hygiène, l'entretien de l'habitation, les loisirs, la fabrication dans l'industrie, l'irrigation des cultures et l'abreuvement du bétail.

L'eau peut être aussi une source de maladie. D'après un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson contaminés.

La consommation d'une eau potable, est un facteur déterminant dans la prévention des maladies liées à l'eau, elle doit bénéficier d'une attention particulière. En effet, une eau destinée à la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exempte d'éléments chimiques et/ou biologiques susceptibles, à plus ou moins long terme nuire à la sante des individus.

Parmi les nombreux micro-organismes qui peuplent les eaux de citerne sont les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs se qui sont des indicateurs les plus utiles pour estimer la contamination bactériennes.

L'objectif de ce travail consiste à faire des analyses bactériologiques pour évaluer la qualité de l'eau de citerne vendue dans la ville de Khenchela.

Cette étude est répartie en deux parties, une partie bibliographique dans laquelle un ensemble de données et d'informations concernant notre thème ont été collecté. Cette partie est partagée entre quatre chapitres comme suit :

➤ **Le premier chapitre** donne une vue générale sur l'eau dans le monde, sa qualité et les problèmes qu'elles subissent.

➤ **Le deuxième chapitre** représente les diverses pollutions qui affectent l'eau et les microorganismes de l'eau avec les maladies à transmission hydrique.

➤ **Le troisième chapitre** est consacré à la méthodologie adoptée pour réaliser la partie expérimentale (sortie sur terrain et analyse au laboratoire).

➤ **Le quatrième chapitre** comporte les résultats et discussions des deux volets de notre travail physico-chimique et bactériologique.

Une conclusion suivie de perspectives viennent achever notre manuscrit.

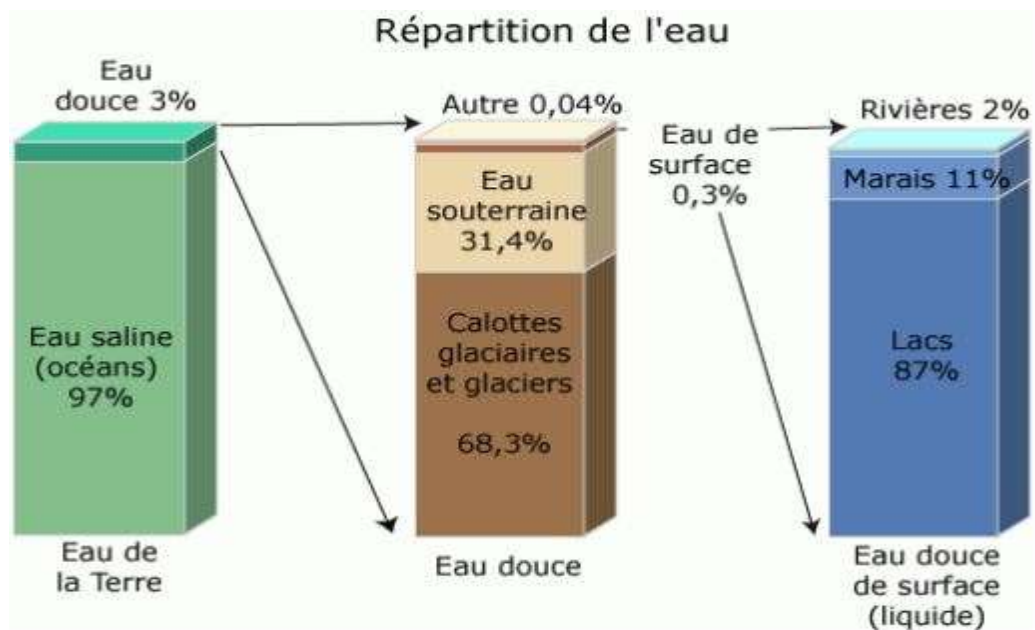
# CHAPITRE

## I



### 1-Répartition de l'eau sur la terre

Sur le globe, l'eau dont le volume total est estimé à 1400 millions Km<sup>3</sup> est répartie dans 5 réservoirs dont l'ensemble constitue l'hydrosphère. Les océans et les mers contiennent à eux seuls 1350 millions de Km<sup>3</sup> d'eau, soit 97 % du volume total occupant 71 % de la superficie de la planète. Les eaux douces continentales ne représentent que 3 % de la masse totale. Elles se composent de glaces polaires et de montagne avec 28 millions de Km<sup>3</sup> ; 2 % des eaux souterraines ; 0.76 % des fleuves et rivières 0.009 %. La différence est contenue dans l'atmosphère et la biosphère. **(Voir la figure 1). (Jean-Claude Roux ; 2010)**



**Figure N°1 : Répartition de l'eau sur la terre**

### 2. Cycle de l'eau:

La connaissance de l'origine de l'eau, de son cycle, de sa dynamique dans la nature et sa répartition dans l'espace et dans le temps est une donnée fondamentale. L'eau fait partie d'un cycle naturel en perpétuel mouvement entre la terre et l'atmosphère. **(AYADW,2017).**

Le rayonnement solaire, absorbé par la surface du globe, provoque l'évaporation des océans, lacs, rivières et sols, la transpiration des plantes, et la sublimation de la glace et de la neige. Mais de multiples autres transports participent au cycle de l'eau (figure 1) dans l'atmosphère, sous forme vapeur essentiellement, mais aussi liquide ou solide au sein des nuages; de l'atmosphère vers la surface par précipitation de l'eau ou de la glace contenues dans les nuages ou par condensation directe (brouillards); dans les océans par les courants, ou dans la lithosphère, à travers les sols, le sous-sol et les cours d'eau, qui se déversent dans les océans.

Dans le temps (variabilité saisonnière et interannuelle) et dans l'espace. En particulier, l'évaporation annuelle moyenne par m<sup>2</sup> est deux fois plus forte depuis les océans que depuis les continents, où l'eau est moins facilement disponible. Dans le domaine océanique, l'évaporation excède les précipitations, à l'inverse du domaine continental. Ce déséquilibre entraîne un transport de vapeur d'eau dans l'atmosphère depuis les océans vers les continents, contrebalancé par le transport d'un volume équivalent d'eau liquide depuis les continents vers les océans. (Euzen et al ,2015).

Les processus qui interviennent dans le cycle hydrologique (évaporation, évapotranspiration, précipitation, interception, ruissellement, infiltration) sont des mécanismes déterminés principalement par : l'énergie thermique du soleil, la force de gravité, l'attraction solaire et lunaire, la différence de pression atmosphérique (déplacements d'air), les forces intermoléculaires du sol et les activités humaines (DUBREUIL, 2003).

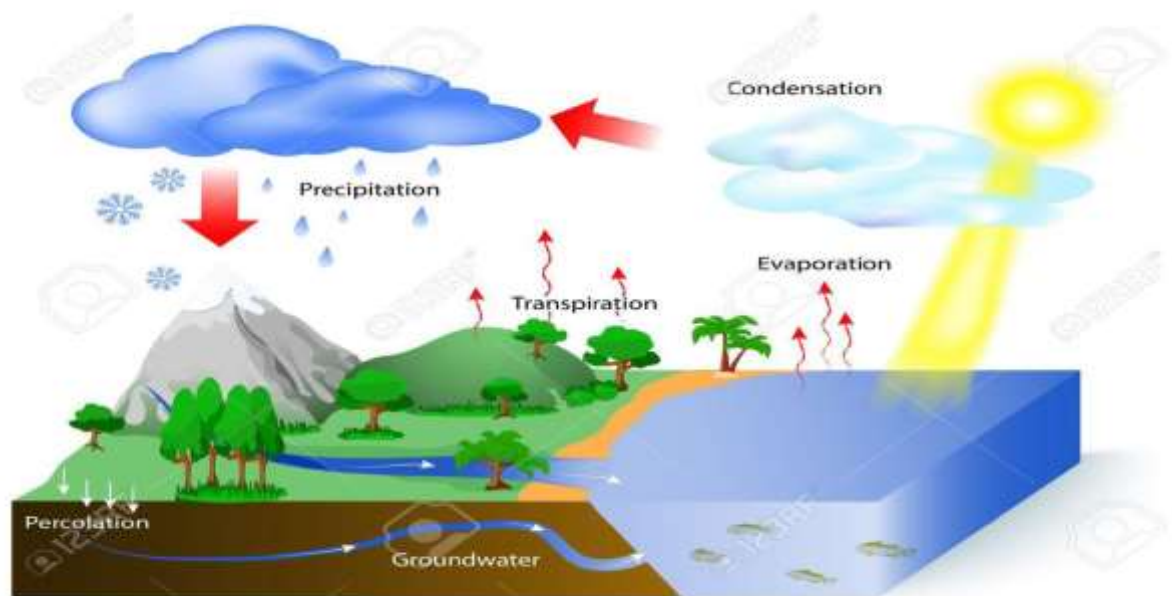


Figure N°2 : schéma de cycle de l'eau

### 3. Ressources en eau

Les ressources en eau sur terre, sont classées en deux grands groupes : Les ressources en eau conventionnelles et les ressources en eau non conventionnelles.

En Algérie, les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. L'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture et l'industrie (Harrat et Achour, 2010).

### 3.1. Ressources en eau conventionnelles

Il s'agit ici d'eau provenant de sources d'eau douce, de rivière, de puits, de retenues et barrages, de lacs et ruisseaux, de forages, de l'eau qu'on peut tout simplement utiliser à l'état naturel même si celle-ci a subi une légère déminéralisation. Les ressources conventionnelles dont les techniques de mobilisation sont classiques déjà éprouvées, et qui portent sur les prélèvement de l'eau de l'environnement à l'aide des barrages, des forages et d'autre moyens, actuellement généralisé de par le monde. Les ressources conventionnelles se subdivisent en deux catégories : les eaux superficielles et les eaux souterraines. (SAMAH, 2017)

### 3.2. Ressources en eau non conventionnelles

Lorsque les ressources d'eaux naturelles conventionnelles viennent à manquer, la forte croissance de la demande et le besoin en eau douce ont poussé le progrès technique bien loin. Il n'y a pas si longtemps de cela, on était bien loin d'imaginer boire un jour de l'eau de mer ou encore l'eau de nos propres rejets. Grâce à la science et à la forte envie d'aller de l'avant et d'innover, on parvient aujourd'hui à produire une eau douce dite « eau non conventionnelle » à partir d'un procédé de désalinisation de l'eau de mer ou par un recyclage des eaux usées. Les ressources hydriques non conventionnelles sont apparues avec le développement des divers procédés permettant l'obtention d'une eau douce à partir d'une eau non utilisable à l'état naturel. Devant l'impossibilité de satisfaire la demande croissante en eau avec les ressources naturelles déjà existantes, la science a développé des techniques et procédés permettant d'obtenir de l'eau douce à partir de celles non utilisables à l'état naturel, c'est-à-dire : l'eau de mer, les eaux saumâtres, les eaux usées. (SAMAH, 2017)

### 4. Potabilité de l'eau

Une eau est dite potable quand elle satisfait à un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine. Pour être considérée comme potable, l'eau doit répondre à différents critères de qualités définis par le ministère de la santé. Une eau potable redoit donc pas porter atteinte à la santé humaine. La présence de bactéries peut remettre en question la potabilité de votre eau (virus, parasites, agents pathogènes...). En outre, l'eau doit avoir un goût agréable, une couleur claire et ne pas avoir d'odeur. Le non-respect d'un de ces paramètres peut être le signe d'une eau impropre à la consommation. L'eau de votre robinet doit être raisonnablement minéralisée, avoir une couleur qui ne soit pas trouble. Le transport et les conditions climatiques (chaleur) ne doivent pas altérer ses qualités. (Euzen et al, 2015).

### 4.1. Classification des eaux de consommation

Les eaux de boisson destinées à la consommation humaine répondent à diverses qualités (eau de robinet, eau de source, eau minérale...).

#### 4.1.1. Eaux du robinet

L'eau du robinet ou eau de distribution, est une eau agréable à boire : elle doit être claire. Pour avoir bon goût, il lui faut contenir un minimum de sels minéraux dissous de 0,1 à 0,5 gramme par litre, lesquels sont par ailleurs indispensables à l'organisme. Cette eau est distribuée directement chez l'utilisateur. Elle est transportée par un réseau de canalisations depuis son point de captage tel que les sources, forages, rivières, fleuves ou nappes souterraines etc. Jusqu'aux robinets des utilisateurs. La composition en sels minéraux et le goût de l'eau du robinet varient d'une région à l'autre (**MADemoiselle, 2012**).

L'eau du robinet est un produit vivant, issu d'une eau brute, elle-même surveillée, protégée. Mais, celle-ci n'est qu'une matière première qui va encore être élaboré, transformée pour devenir conforme aux normes définies par la réglementation (**Beaulieu et Fisset, 2009**).

#### 4.1.2. L'eau de source

Est une eau d'origine exclusivement souterraine, apte à la consommation humaine microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution. Sa composition peut varier avec le temps.

La composition minérale d'une eau de source n'est pas constante (Séparation des éléments et composés instables de fer, manganèse, soufre, arsenic par décantation et/ou filtration). Pour les eaux souterraines, dont la température au cours des saisons est d'environ 12 à 15 °C. (**Codex alimentaire : OMS et FAO ; 2007**)

#### 4.1.3. Eau minéral

Les eaux minérales sont des eaux souterraines ayant des propriétés particulières ; leur pureté originelle, leur source unique tenue à l'abri de tout risque de pollution et leur composition minérale constante. Contrairement à l'eau du robinet et à l'eau de source, leurs teneurs en minéraux et en oligo-éléments ne sont pas limitées et c'est ce qui peut leur conférer des vertus thérapeutiques, et leur composition est stable dans le temps.

### 5. l'eau et ces qualités

La qualité de l'eau de boisson est primordiale pour la santé humaine, surtout que les risques de pollutions existent à chaque étape du parcours de l'eau.

La surveillance des qualités de l'eau comprend plusieurs étapes et l'on imagine difficilement la somme des compétences et de technicités nécessaires pour assurer les qualités

saines de l'eau par: l'exploitation des sources d'eau, le traitement et la désinfection de l'eau afin d'éliminer les substances et les micro-organismes susceptibles de présenter un risque pour la santé.

Il y a quelques décennies, il était entendu qu'une eau réservée à la consommation devait satisfaire à un certain nombre de qualités physiques, chimiques et biologiques et ne devait pas contenir de substances chimiques nocives, ni de germes pathogènes pour l'homme.

Actuellement, la potabilité d'une eau est définie par plus de 60 paramètres (Directives de l'Union Européenne), qui sont fixés en fonction de données toxicologiques et épidémiologiques récentes et dont les limites de concentration admissible dans l'eau se rapprochent de plus en plus des limites de détection.

Ces nouvelles normes sont bien entendues très contraignantes aussi bien pour les techniques analytiques de laboratoires, que pour les procédés de traitement qu'elles déterminent, mais elles représentent un progrès immense pour la protection du consommateur(Bouziani, 2000)

### 5.1. Les normes de la qualité de l'eau

#### 5.1.1. Les normes physicochimiques

**Tableau 01** : Normes physico-chimiques (OMS, 2005; JORA, 2014 et 2017)

<b>GROUPE DE PARAMETRES</b>	<b>PARAMETRES</b>	<b>UNITES</b>	<b>Normes Algériennes</b>	<b>Normes O.M.S</b>
<b>Paramètres Organoleptiques</b>	couleur	mg/l platine	15	/
	Turbidité	NTU	5	5
	Odeur à 25 °C	Taux dilution	4	/
	Saveur à 25°C	Taux dilution	4	/
<b>Paramètres physico-chimiques</b>	Alcalinité	mg/l CaCO <sub>3</sub>	/	/
	Calcium Ca <sup>++</sup>	mg/l	200	/
	Chlorure CL <sup>-</sup>	mg/l	500	250
	PH	Unité Ph	6,5 – 9,5	7-8.5
	Conductivité à 20 °C	µS/cm	2800	1000
	Dureté (TH)	mg/l enCaCO <sub>3</sub>	50	50
	Fer total	mg/l	0,3	0 ,1
	Manganèse	mg/l	50	/

	Phosphore	mg/l	5	/
	Potassium K <sup>+</sup>	mg/l	12	250
	Sodium Na <sup>++</sup>	mg/l	200	20
	Sulfates So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	400	500
	Température	°C	25	Acceptable
	Bicarbonate HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	180	/
	Magnésium Mg <sup>++</sup>	Mg/L	150	150
	Nitrates NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	50
	Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,5	0.5
	Résidus secs	µg/L	1500	1500
	Nitrites NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,2	0,2
	Aluminium	mg/l	0,2	0,2

### 5.1.2. Les normes bactériologiques

**Tableau 02** : Normes recommandées des paramètres microbiologiques (JORA n°21 2013 ; JORA n °39 2017)

Germes	Unités	Valeurs indicatives
<b>Germes aérobies à 37°C</b>	n/100ml	10
<b>Coliforme totaux</b>	n/250ml	Absence
<b>Escherichia coli</b>	n/100ml	
<b>Entérocoques</b>	n/100ml	
<b>Bactéries sulfitoréductices y compris les spores</b>	n/20ml	
<b>Pseudomonas aéroginosa</b>	n/250ml	

### 6. Aspect réglementaire

La réglementation concernant la qualité de l'eau de boisson est constituée de plusieurs textes et directives qui peuvent varier selon le pouvoir exécutif qui les adopte. La conception

d'une norme doit être effectuée de telles façons que ces seuils soient le plus précis possible pour protéger le consommateur et en même temps ne pas limiter les ressources en eau potable.

( ZOUIKRI et KHELFAOUI ; 2012)

- **Décret exécutif n° 08-195** du 6 juillet 2008 fixant les conditions d'approvisionnement en eau destinée à la consommation humaine par citernes mobiles (JO n°38 du 09 juillet 2008, P7)
- **Décret exécutif n° 09-414** du 15 décembre 2009 fixant la nature, la périodicité et les méthodes d'analyse de l'eau de consommation humaine (JO n°75 du 20 Décembre 2009 P10) ;
- **Décret exécutif n° 08-148** du 21 Mai 2008 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation de l'utilisation des ressources en eau (JO n°26 du 25 Mai 2008, P7) ;
- **Décret exécutif n° 10-26** du 12 janvier 2010 fixant les méthodes et les produits chimiques utilisés pour le traitement et la correction des eaux de consommation humaine (JO n° 04 du 17 Janvier 2010)
- **Décret exécutif n° 10-317** du 21 décembre 2010 fixant les conditions de prélèvement et d'analyse des échantillons des ressources en eaux souterraines et en eaux de surface.
- **Décret exécutif n° 11-125** du 17 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine (JO N°18 du 23 Mars 2011, P6)
- **Arrêté du 03 mai 2010** déterminant les modalités de contrôle de l'alimentation en eau des camions-citernes mobiles

# CHAPITRE

## II



### 1. Pollution des eaux

L'eau de boisson renferme naturellement une grande variété des microorganismes et les processus microbiens jouent même un rôle central dans la potabilisation des eaux. Toutefois, la présence de bactéries indésirables peut compromettre la qualité de l'eau. De nouveaux procédés permettent maintenant une meilleure surveillance de l'eau potable et une meilleure compréhension des processus microbiens dans ce milieu. (Hammes, 2011)

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol subit donc les dégradations de ces deux milieux (Bouziani .M, 2000)

#### 1.1. Définition de pollution d'eau

Une eau est dite polluée lorsque son équilibre est modifié de façon durable par l'apport en quantités très importantes des substances plus ou moins toxiques, d'origines naturelles ou issues d'activités humaines (Rodier et al. 2005).

#### 1.2. Classification de la pollution

**Tableau 03:** Origines et natures de différentes sources de pollution de l'eau (Henaut, 2011).

Type de pollution	Nature	Origine
Physique	Rejet d'eau chaude	Centrales thermiques Nucléaires
	M.E.S (matière en suspension)	Rejet baign, érosion des sols
Chimique	Matière organique	Effluents domestiques ,agricoles, agroalimentaires
	Fertilisants (nitrate, phosphate)	Agriculture, lessives.
	Métaux (Cd, Pb, Al, As)	Industries, agriculture, déchets.
	Pesticides (insecticides, herbicides, fongicides...)	Industries, agriculture
	Organochlorés (PCB, Solvants)	Industries.
	Composés organiques de synthèse	Industries.

	Détergents	Effluents domestiques
	Hydrocarbures	Industrie pétrolière, transports.
<b>Biologique</b>	Bactéries, virus, champignons	Effluents urbains, agricoles

### 1.2.2. Classification selon l'origine de la pollution

#### 1.2.2.1. Pollution domestique :

Dans le cas d'un assainissement collectif ou individuel défectueux, des substances indésirables contenues dans les eaux vannes et les eaux ménagères peuvent contaminer la nappe (matières organiques, détergentes, solvants, antibiotiques, micro-organismes...). Le cas se manifeste avec les puits perdus, l'assainissement individuel avec infiltration dans le sol mal conçu ou mal dimensionné, les stations d'épurations urbaines surchargées. Les ordures ménagères accumulées dans des décharges sauvages ou non mises à la norme libèrent également des lixiviats riches en polluants (**Faurie et al., 2003**).

#### 1.2.2.2. Pollution urbaine :

Ce sont les eaux des habitations et des commerces qui entraînent la pollution urbaine de l'eau. Les polluants urbains sont représentés par les rejets domestiques, les eaux de lavage collectif et de tous les produits dont se débarrassent les habitants d'une agglomération notamment des rejets industriels rejetés par les entreprises en quantités variables selon l'importance de l'agglomération et son activité (**MELGHIT M., 2012**).

#### 1.2.2.3. Pollution agricole :

Le régime et la qualité des eaux sont fortement influencés par les pratiques actuelles des cultures et de l'élevage (**Faurie et al., 2003**).

L'utilisation des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures, ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration (**Djabri ., 1996**).

#### 1.2.2.4. Pollution industrielle :

Les activités industrielles rejettent principalement des métaux, des hydrocarbures, des acides, et augmentent la température de l'eau. En moyenne, de 2004 à 2009, le SOES

(Service de l'Observation et des Statistiques du Ministère en charge du Développement Durable) en France, a montré que les secteurs de la métallurgie et de la

chimie sont responsables des rejets de polluants dans l'eau les plus importants (**Benmaïd, 2013**).

## **2. Microorganismes de l'eau**

Une eau potable ne doit pas contenir d'organismes pathogènes tels que les bactéries, les virus, les protozoaires, ou les champignons. La détection de coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux indique une contamination d'origine fécale. La présence de ces germes pathogènes dans une source d'approvisionnement en eau peut engendrer des épidémies de maladies d'origine hydrique (**Ouandaogo, 2008**).

### **2.1. Les bactéries :**

#### **2.1.1. Germes totaux**

Les germes totaux ce sont des germes qui se développent dans des conditions aérobies et aéro-anaérobie facultatifs, capables de former des colonies de taille et de formes différentes dans un milieu de culture nutritif gélosé après incubation à 37°C pendant 48h (**Tourab, 2013**).

#### **2.1.2. Les bactéries indicatrices de contamination fécale**

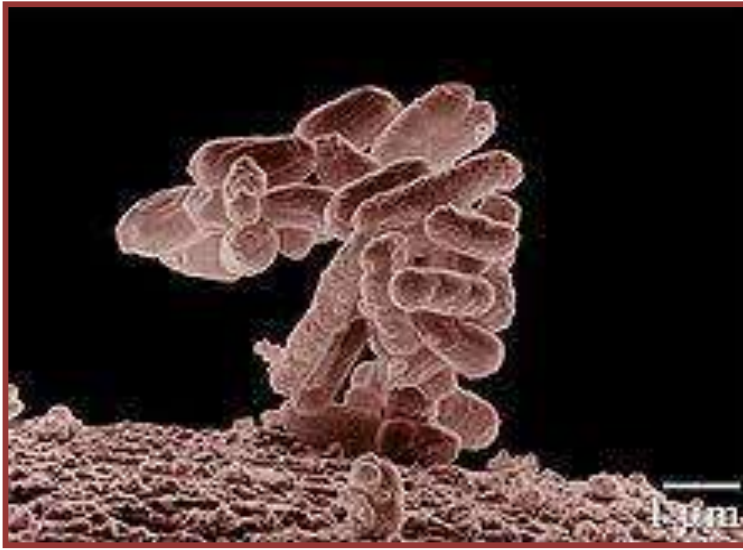
Les bactéries indicatrices de contamination fécale ce sont les indicateurs microbiens de pollution fécale appelés aussi germes test ou germes témoins de contamination fécale. Il s'agit de genres et d'espèces de bactéries présents en grand nombre dans les matières fécales humaines ou animales. Leur détection dans les eaux indique l'importance de la pollution biologique faisant l'objet d'un contrôle et, par conséquent, la présence possible d'agents entéro-pathogènes (**Goita, 2014**).

##### **2.1.2.1. Coliformes totaux (CT)**

Les coliformes appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*. Le terme «coliforme » correspond à des microorganismes en bâtonnets, aéro-anaérobies facultatifs, Gram négatif, non sporulant, oxydase négatif, capables de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface ayants des propriétés inhibitrices et capables de fermenter le lactose avec production de gaz à 35-37°C (**Rodier, 2005**).

##### **2.1.2.2. Coliformes Thermotolérants (ou fécaux) :**

Les coliformes Thermotolérants forment un sous-groupe de bactéries de coliformes qui fermentent le lactose à une température comprise entre 44 à 45 °C pendant 24 h. Ce groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacter freundii*, *Entérobacteraerogenes*, *Klebsiella...*etc.), la souche type est *Escherichia coli* (**Rodier, 1996**).

➤ **Escherichia coli :**

*Escherichia coli* Grossissement x 15 000

**Règne :** Bacteria.

**Embranchement :** Proteobacteria.

**Classe :** Gamma Proteobacteria.

**Ordre :** Enterobacteriales.

**Famille:** Enterobacteriaceae  
(enterobacteries)

**Genres :** Escherichia, Shigella.

**Espèces:** Escherichia coli,  
Shigelladysenteriae,  
Shigellaflexneri. Shigellasonnei,  
Shigellaboydii

**Figure n°03 :** Classification génétique d'Escherichia coli (**Echerich Theodor, 1885**)

Escherichia coli (E. coli) est l'espèce type du genre Escherichia des entérobactéries. Appelée communément "colibacille" c.-à-d. "bacille à côlon". E. coli est un habitant de l'intestin et les selles des animaux et des reptiles à sang chaud (**Tenaillon et al ., 2010**)

Cette espèce qui a fait l'objet d'un très grand nombre d'études constitue le modèle des bacilles à Gram- aérobies. La plupart des E. coli se multiplient rapidement (18 à 24 h) sur les milieux habituels. Les colonies ont en moyenne 2mm de diamètre, (**Boubric et Boussad 2007**) et 2 à 4 microns de long sur 0,4 à 0,6 microns de large (**Jean et Lavigne**) Elles sont rondes, plates et à bords réguliers ( **Boubric et Boussad 2007**)

Les bactéries E. coli sont considérées comme le meilleur indicateur de contamination fécale Leur présence dans l'eau signifie que cette dernière est contaminée par une pollution d'origine fécale et qu'elle peut donc contenir des microorganismes pathogènes. Bien que la plupart de ces bactéries ne soit pas pathogènes, elles peuvent présenter des risques pour la santé, ainsi pour que la qualité de l'eau, provoquant des odeurs et saveurs désagréables (**FNS, 2013**)

➤ **Streptocoques fécaux (Entérocoques)**



Photographie au microscope des bactéries *Streptococcus pyogènes*.

**Règne :** *Bacteria*.

**Embranchement :** *Fimicutes*.

**Classe:** *Bacilli*.

**Ordre :** *Lactobacillales*.

**Famille :** *Streptococcaceae*.

**Genres :** *Streptococcus*.

**Espèces:** *Streptococcus pyogenes*.

(Groupe A) *Streptococcus*

**Figure n°04 :** Classification génétique de la bactérie streptocoques fécaux  
.(Rosenbach Friedrich,1884)

Les Streptocoques fécaux appartiennent à la famille de Streptococcaceae, au genre *Streptococcus* et au groupe sérologique D de Lance Field (DEKHIL et al., 2013).

Ils sont définis comme étant des cocci sphériques légèrement ovales, gram positifs, catalase négatif et anaérobies facultatives. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, ils ne forment pas d'endospores et certaines espèces font preuve de mobilité (CEAEQ, 2005).

➤ **Clostridium Sulfito-Réducteurs**



Group de *Clostridium tetani* sous microscope

**Règne :** *Bacteria*.

**Embranchement :** *Fimicutes*.

**Classe :** *Clostridia*.

**Ordre :** Clostridiales.

**Famille :** *Clostridiaceae*.

**Genres :** *Clostridium*.

**Espèces :** *Clostridium tetani*.

Il y a plus des 10 espèces de clostridium

**Figure n°05:**Classification génétique de la bactérie Clostridium sulfito-réducteurs.(Prazmowski Adam, 1880)

Les Clostridium Sulfito-Réducteurs sont des bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol, elles sont souvent considérées comme des témoins de contamination fécale ancienne ou intermittente (**BORDJAH, 2011**).

Ce sont des bacilles Gram positifs, anaérobies stricts, isolées ou en chaînettes, mobiles, catalase positif, réduisent le sulfite de sodium en sulfure. La forme sporulée des Clostridium Sulfit Réducteurs est beaucoup plus résistante que les formes végétatives(**BOURGEOIS, 1996**).

**Tableau n°4 :Paramètre bactériologique de l'eau potable( l'OMS 2002)**

<b>Facteur</b>	<b>Selon l'OMS (2002)</b>	<b>Selon le JORA (2011)</b>
<b>Germes totaux</b>	100/100 ml	100/100 ml
<b>Coliformes totaux</b>	0/100 ml	0/100 ml
<b>Coliformes fécaux</b>	0/100 ml	0/100 ml
<b>Streptocoques fécaux</b>	0/100 ml	0/100 ml
<b><i>Clostridium Sulfito-Réducteurs</i></b>	0/100 ml	0/100 ml

### **3. Les maladies transmission hydrique (MTH)**

#### **3.1.Les maladies d'origine bactérienne**

##### **3.1.1. Le choléra**

Le choléra est une maladie à incubation courte (quelques heures à 5 jours) due à une bactérie *Vibrio cholerae* dont le principal vecteur est l'homme. La maladie résulte de l'absorption d'eau ou aliments contaminés. Une fois dans l'intestin, les vibrions sécrètent notamment la toxine cholérique, principal responsable d'une importante déshydratation avec une évolution mortelle sans réhydratation et antibiothérapie. L'homme joue à la fois le rôle de milieu de culture et de moyen de transport pour le vibron cholérique. Les selles diarrhéiques libérées en grande quantité sont responsables de la propagation des bacilles dans l'environnement et de transmission oro-fécale. Les matières fécales émises contiennent 10<sup>8</sup> à 10<sup>9</sup> vibrions par ml soit 10<sup>12</sup> à 10<sup>13</sup> agents pathogènes par personnes/jours(**Bengaibona , 2010**).

### 3.1.2. La fièvre typhoïde et para -typhoïde

Fièvre typhoïde et para typhoïde est une infection bactérienne causée par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés par *Salmonella typhi*, *S. para typhi A* et *S. para typhi B*, qui peuvent à partir de l'intestin envahir les tissus de l'hôte et provoquer une septicémie avec fièvre élevée (**Benzaïd, 2012**).

Chez l'homme la plupart des autres sérotypes de *Salmonella* provoquent des gastroentérites aiguës avec diarrhée. Environ 12 millions de personnes sont infectées par la typhoïde chaque année (**OMS, 2000**).

## 3.2. Maladies d'origine virale

### 3.2.1. L'hépatite E

L'hépatite E est une maladie à support hydrique et on a mis en cause l'eau ou des produits alimentaires contaminés dans le cas de flambées majeures. La consommation de l'eau de boisson ayant subi une contamination fécale a provoqué des épidémies et la consommation de fruits de mer crus a été à l'origine de cas sporadiques dans les zones d'endémie. Les facteurs de risque de l'infection à hépatite virale E (HEV) sont liés à des conditions d'assainissement médiocres dans une grande partie de la planète (**Gaillard, 2011**).

### 3.2.2. La poliomyélite

La poliomyélite est une maladie infectieuse virale, provoquée par trois *Poliovirus*, sérotypes 1, 2 et 3, et caractérisée par une atteinte des neurones moteurs de la moelle épinière et parfois du bulbe rachidien. La lyse de ces neurones entraîne des paralysies flasques atteignant de façon asymétrique et apparemment aléatoire des muscles moteurs des membres et du tronc. La paralysie des muscles respiratoires peut entraîner le décès (**Conrad, 2012**).

## 3.3. Maladies d'origine parasitaire

### 3.3.1. L'onchocercose

L'onchocercose ou cécité des rivières est une maladie parasitaire ayant pour vecteur un insecte qui se reproduit dans l'eau. C'est la deuxième cause principale de cécité d'origine infectieuse dans le monde. La lutte contre les gîtes larvaires d'insectes dans les rivières constitue un des piliers de la prévention (**Lepori, 2013**).

### 3.3.1. Schistosomes

Schistosomose est une maladie causée par des vers parasites schistosomes qui pénètrent les schistosomoses . Ce sont des maladies parasitaires dues à des vers plats (schistosomes), à transmission urinaire ou fécale, faisant intervenir des hôtes intermédiaires (mollusques d'eau douce), dont la symptomatologie est le reflet des lésions provoquées par la

migration ou l'embolisation des œufs. Ce sont des maladies en extension, directement liées au développement agricole et à l'augmentation des réseaux d'irrigation (eaux), sévissant en foyers sur un mode endémo-épidémique (Almeda *et al.*, 1994).

**Tableau n°5:** Liste des plus fréquents micro-organismes pathogènes dans l'eau et les malades qui provoquent. (Oclair)

Agent infectieux	Maladie/organe concerné
<b>Bactéries</b>	
E. coli Leptospira (si présence de rats) Salmonelles Shigella Yersinia enterocolitica Clostridium tetani Pseudomonas aeruginosa Staphylococcus Streptococcus Klebsiellapneumoniae Proteus	Diarrhée (Enterotoxine) Fièvre, hépatite épidémique, méningite Gastro-entérite, Vomissements Colite, Colique, Diarrhée Fièvre, Entérite, érythème Tétanos Inflammation des voies urinaires Accumulation de pus, inflammation des voies respiratoires Infection locale, endocardite, otite Pneumonie Inflammation des voies urinaires
<b>Champignons</b>	
Aspergillus spp. A. fumigatus, A. niger Trichophyton spp	Mycose broncho-pulmonaire Mycose des ongles, Otite, Granulome Mycose de la peau
<b>Virus</b>	
Polio Cocksackie Echo Hepatite Enterovirus Adenovirus Coronavirus	Poliomyélite, Fièvre Maladies respiratoires, Méningite, Myocardite Méningite, Fièvre Hépatite Méningite, Encéphalite Inflammation de l'oeil Rhume
<b>Protozoaires</b>	
Entamoebahistolytica Giardia lamblia (Lambliaintestinalis) Toxoplasmagondii, Sarcocystisspp.	Foie, intestin Vésicule biliaire Organes internes (foie. cerveau, coeur).

# CHAPITRE

## III





### 1.2. La population :

La commune de Khenchela à connu un très fort accroissement démographique au cours de ces quatre dernières décennies, sa population à été multipliée par trois. En effet, sa population totale est passée de 117000 en 2002, 119400 habitants en 2004 et à et 123.790 habitants en 2014 (DPAT KHENCHELA).

**Tableau n°06 :** Densité de la population de la commune de Khenchela

Commune	Surface(Km <sup>2</sup> )	PopulationTotal	Densité(Hab / Km <sup>2</sup> )
<b>KHENCHELA</b>	32	123.790	3.868,4

(DPAT Khenchela 2016)

## 2. Etude climatologique

De point de vu climatique, la wilaya de Khenchela se caractérise par un climat continental, semi- aride ; à hiver froid et été chaud et sec. Les caractéristiques de la zone d'étude sont celles de la station météorologique de Khenchela.

La Wilaya de Khenchela se caractérise par trois climats :

- Un climat très rude en hiver, modéré en été dans les régions montagneuses centrales;
- Un climat modéré en hiver, chaud et sec en été dans les steppes sahraouies du Sud ;
- Un climat très froid en hiver, sec en été dans les hautes steppes au Nord.

Cette diversité climatique a donné à la Wilaya un penchant naturel multiple conférant des Spécificités touristiques non négligeables(Thabti et Reghis, 2016).

### 2.1. Les précipitations

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale dans l'alternance de la saison sèche, qui joue un rôle régulateur des activités biologiques (Ramade, 1984)

Nous englobons, sous le terme de précipitation toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, les gouttes qui constituent la pluviométrie, grossissent dans certaines conditions et acquièrent un poids ne pouvant rester en suspension dans l'air, elles tombent sous forme de pluies.

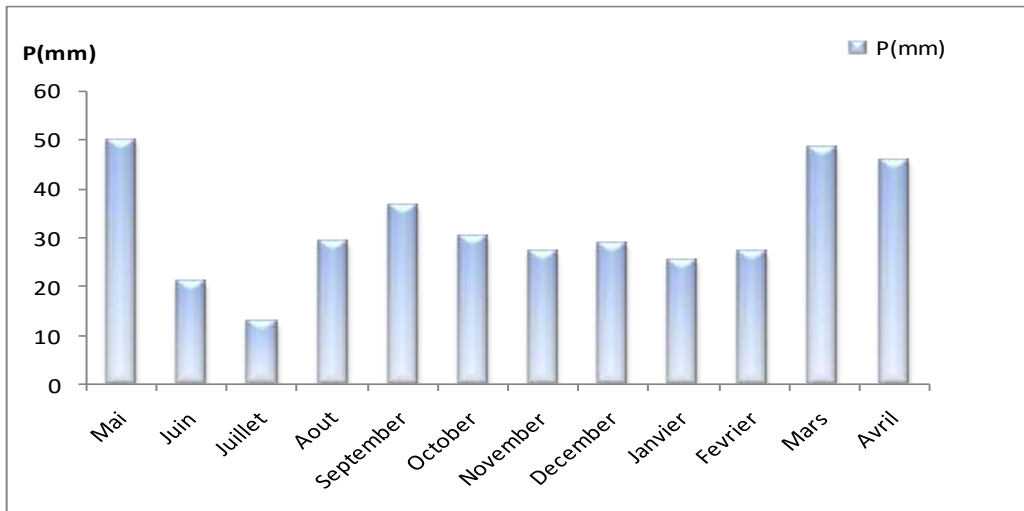


Figure 07 : Diagramme des précipitations moyennes mensuelles de la période (2011-2021)

2.2. La température

La température est un facteur qui varie dans le temps et dans l’espace. L’effet de cette variation est marqué au niveau de l’amplitude thermique et aussi au niveau des températures minimales et même maximales. (Bneder ,2011)

Tableau 07 : températures mensuelles moyennes dans la wilaya de Khenchela au cours de la période (2011-2021)

Mois	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr
T (c°)	20.65	25.53	29.78	28.75	24.26	17.88	13.2	9.16	8.42	9.51	11.93	16.77

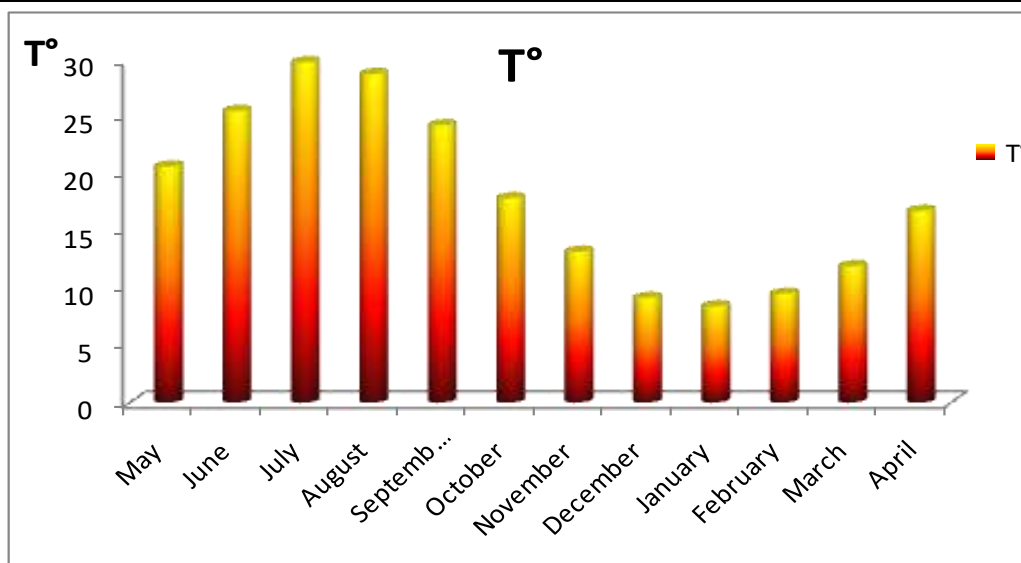


Figure 08 : Diagramme des températures moyennes mensuelles de la période (2011-2021)

La courbe des variations des températures moyennes mensuelles(Figure.23) montre que le mois de janvier est le mois le plus froid avec  $8.42^{\circ}\text{C}$  et le mois de Juillet est le plus chaud avec  $29.78^{\circ}\text{C}$

### 3. Technique d'échantillonnage et méthode d'analyse

Des échantillons d'eau vendue en citernes dans la commune de Khenchela sont prélevés à partir de 10 citernes choisies aléatoirement. L'échantillonnage est réalisé durant les mois d'Avril et Juin sur une période de 45 jours

#### 3.1. Matériel

##### A. In-situ

Nous avons besoin de :

Une glacière pour transporter les échantillons a une température de  $4^{\circ}\text{C}$ , cela empêchera toute interaction qui peut modifier la composition chimique ou microbiologique de l'échantillon.

Des flacons de 1 litres en plastique sombre, afin d'éliminer toute interactions entre la matière et l'eau prélevée. Un multiparamètre pour mesurer les paramètres in-situ.



Figure n°09 : matériel utiliser in-situ

**B. En laboratoire**

- Les outils de sécurité (gants, lunettes, tablier, masque, pour éviter les frottements des produits nocives..) voire le **Figure n°28**
- Verrerie (béchers, Burettes, Erlenmeyer et flacons à différents volumes).
- Bec benzène.
- Pipettes (à différents mesures).
- Multi paramètre
- Spectrophotomètre à flamme voire le **Figure n°29**
- Flacons pour les réactifs
- Compte-gouttes
- Réactifs



**Figure n°10** : Les outils de sécurité au laboratoire



**Figure n°11** : L'appareil spectrophotomètre

#### 4. Echantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera faite.

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc...). Etant donné que dans la plupart des cas le responsable du prélèvement n'est pas l'analyste, il convient que le préleveur ait une connaissance précise des conditions du prélèvement et de son importance pour la qualité des résultats analytiques (**Rodier, 2009**).

##### 4.1. Techniques de prélèvement

Les prélèvements d'eau ont été réalisés durant le mois de Avril et Juin à partir de dix camions citernes qui sillonnent la wilaya de Khenchela. Les échantillons d'eau utilisés pour l'analyse physico-chimique ont été prélevés dans des flacons en plastique, selon la méthode décrite par (**Rodier et al. 2009**), Des flacons en verre, stérilisés au four Pasteur à 180 °C pendant 2 heures, ont été utilisés pour les échantillons d'eau destinés à l'analyse bactériologique. Les prélèvements ont été réalisés dans les meilleures conditions d'asepsie, en suivant les étapes suivantes :

- ✚ Se laver très soigneusement les mains
- ✚ Flamber le robinet pendant au moins une minute en utilisant un brique
- ✚ Préparation des flacons propres en plastique d'un litre pour l'échantillonnage.
- ✚ Ouvrir la vanne d'échantillonnage et permettre à l'eau de s'écouler pendant au moins 2 minutes avant la collection.
- ✚ Remplir chaque flacon lentement avec un faible débit pour éviter les turbulences et la formation des bulles d'air.
- ✚ Fermer le flacon et s'assurer qu'il n'y a pas de vide au-dessus de l'échantillon.

Pour faciliter le travail et l'exploitation des résultats tout en évitant les erreurs, il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détachables (**Rodier, 99**). Aussi noté la date, l'heure, les conditions météorologiques, un numéro et toutes circonstances anormales. Les échantillons de l'eau ont été obtenus de différentes sources (10 échantillons) pendant 2 périodes climatiques différentes (froid et chaud) ensuite on a mesuré un ensemble des paramètres physique, chimique et bactériologique pour évaluer leurs qualité.



Figure n°12 : prélèvement de l'eau de citerne

Tableau. 8. Les caractéristiques des cinq échantillons d'eau étudiés

Citerne / Caractéristique	Citerne (1) Frenguel	Citerne (2) Hammam knif	Citerne(3) Bir Ansel	Citerne (4) Ain mimmoune	Citerne(5) Bir Boughdir
Source d'eau	Frenguel	Hammam Knif	Bir Ansel	Ain Mimoun	Bir Boughdir
Fréquence de nettoyage	Une fois par semaine	Une fois par semaine	Une fois par mois	Une fois Après 15 jour	Une fois par mois
Utilisation de l'eau de Javel	Non	Non	Non	Non	Non
Nature de citerne	Plastique 3 couche	Plastique 3 couche	Plastique 3 couche	Plastique	Plastique
Couleur	Blanche	Blanche	Blanche	bleu	bleu
Age	2 ans	9 mois	1 ans	7 mois	
La présence d'un robinet	Non	Non	Non	Non	Non

### 5. Transport des échantillons

Les analyses doivent être commencées moins de 6 heures après le prélèvement. Si le transport dépasse 6 heures, ainsi si la température extérieure est supérieure à 10°C ; le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C. Enfin,

les prélèvements sont placés aux froids dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer les analyses(NA 762, 1990)

## 6. Méthodes d'analyses

### 6.1. Analyses physiques

#### 6.1.2. Mesure de Turbidité

Elle est mesurée par la méthode céphalométrique le faisceau lumineux traverse horizontalement la cuvette contenant l'échantillon, une partie de cette lumière est diffusée par effet Tyndall grâce aux particules en suspension. Le photomultiplicateur d'électron situé à un angle de 90° par rapport au faisceau lumineux capte les photons diffusés et transforme cette énergie lumineuse en signal électrique dont le potentiel est fonction de la turbidité. (Kassim Coulibaly, 2005). Cette méthode repose sur :

- Appuyer sur le bouton d'alimentation électrique situé à l'arrière de l'appareil
- Remplir une cuvette propre jusqu'au trait (30 ml) avec de l'eau à analyser en évitant la formation de bulle d'air
- Tenir la cuvette par le bouchon et l'essuyer avec mouchoir doux sans peluches pour retirer les gouttes d'eau et les traces de doigts
- Placer la cuvette dans le puits de mesure et fermer le capot
- Lire et noter le résultat affiché. (Kassim Coulibaly, 2005)
- **Expression de résultats** : La lecture se fait directement sur l'écran de l'appareil ; la turbidité est exprimée en NTU



Figure n°13: Mesure de turbidité

## 6.2. Les Analyses chimiques

### 6.2.1. Paramètre de pollution

#### 6.2.1.1. Phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm. (ADE, 2011). Cette opération réalisée après les étapes suivante :

- Pondere 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml acide ascorbique
- Ajouter 2 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.
- Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm.
- Expression des résultats : Le résultat est donné directement en mg/l.

#### 6.2.1.2. Nitrite ( $\text{NO}_2^-$ )

Les nitrites dans l'échantillon réagissent avec l'acide sulfanilique pour former un sel de diazonium qui réagit avec l'acide chromotropique pour produire un complexe coloré rose dont la coloration est proportionnelle à la quantité de nitrites présents. (Kassim Coulibaly, 2005).

On prend 50ml d'eau (échantillon), puis on ajoute 01ml de réactif mixité et laisser 20 min. elles forment la couleur rose qui indique la présence de nitrite ; ensuite prendre 10ml d'échantillon et mettre dans le tube spécifique de l'appareil. La longueur d'onde 543 nm. (Kassim Coulibaly, 2005). Puis :

- Allumer le spectrophotomètre DR/4000, presser la touche de fonction PROGRAM. HACH. Sélectionner le numéro de programme mémorisé pour les nitrites 2610 et presser ENTER. La longueur d'onde 507 nm est automatiquement sélectionnée.
- Remplir une cuvette avec 10 ml d'échantillon .Ajouter le contenu d'une gélule de nitriver 3 à la cuvette (l'échantillon préparé)
- Boucher et agiter pour dissoudre. NB : En présence de nitrite, une coloration rose se développe.
- Presser la touche de fonction *startminut*. Une période de réaction de 20 minutes commence. Lorsque le minuteur sonne, remplir une autre cuvette (le blanc) avec 10 ml d'échantillon. Placer le blanc dans le compartiment de mesure.
- Presser la touche de fonction ZERO. L'affichage indique : 0,000mg / l N-N02
- Retirer le bouchon. Placer l'échantillon préparé dans le compartiment de mesure et fermer le capot et lire la valeur affichée en mg/l de N-N02. (Kassim Coulibaly, 2005).

### 6.2.1.3. Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )

Les nitrates présents dans l'échantillon réagissent avec l'acide chromotropique en milieu fortement acide pour former un produit de couleur jaune avec un maximum d'absorbance à 415 nm.

- Par une pipette, on prélève 10ml eau d'échantillon dans bicher
- En ajoute 1ml de salicylate de sodium (en préparé 0.05mg de salicylate de sodium +10ml d'eau distillé ce réactive temporellement 24h)
- En ajoute trois gouttes de NaOH 30%
- Puis, incubation à 88°C jusqu'à sèche ;
- Après presque 5h, ajouté 2ml acide sulfurique (reste 10 minute)
- Ensuite, ajoute 15ml d'eau distillé (reste quelque min) +15ml tartrate double  $\text{K}^+$  et  $\text{Na}^+$
- Laisser 10min, elles forment couleur jaune qui indique la présence de nitrate
- Enfin, ensuite prendre 10ml d'échantillon et mettre dans le tube spécifique de l'appareil pour la lecture de longueur d'onde 410 nm. (Kassim Coulibaly, 2005.)



Figure n14. Dosage des nitrates par spectrophotomètre

### 6.2.1.4. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

Mesurage spectrométrique du composé bleu former par réaction de L'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium. Les ions

hypochlorite sont générés in situ par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichoroisocyanurate de sodium. (ADE ,2011)

Protocole expérimental

- Prendre 40 ml de l'échantillon a analysé
- ajouter 4 ml de réactif 1, 4ml de réactif 2,
- ajuster à 50 ml avec l'eau distillée et attendre 1 heure
- L'apparition de coloration verdâtre indique la présence de (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

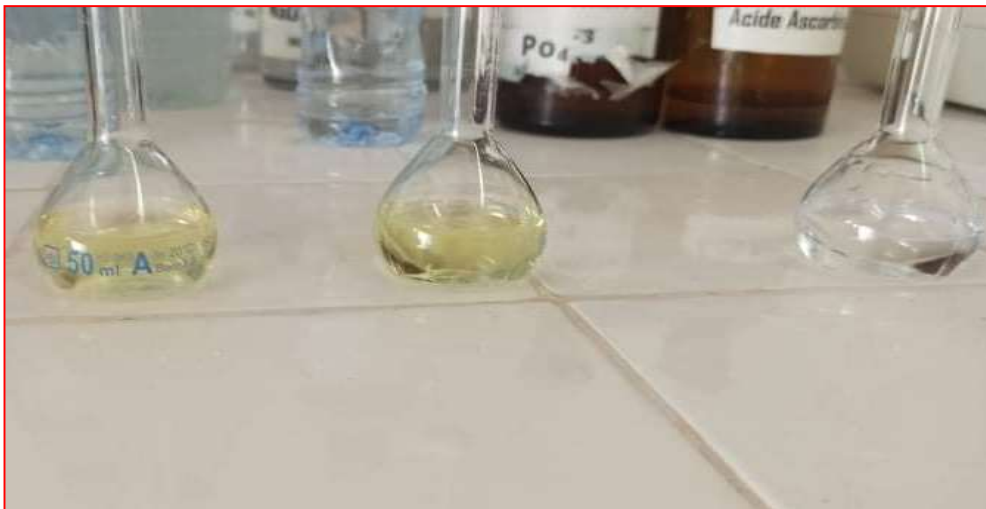


figure n°15 : Dosage d'ammonium par spectrophotomètre

### 6.3. Les sels minéraux

#### 6.3.1. Le titre alcalimétrique complet (TAC)

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral (HCl), dilué en présence de méthyle orange. Le but est de déterminer la teneur en hydrogénocarbonates dans l'eau (Rodier *et al.* 2009). L'estimation du titre Alcalimétrique complet a été faite par l'expression suivante :

$$\text{TAC} = (\text{NHCl} \times \text{VHCl} \times 1000) / 10$$

- TAC : Titre Alcalimétrique en °F
- VHCl : Volume en ml de solution d'HCl utilisé pour le titrage
- NHCl : Concentration d'HCl

#### 6.3.2. La dureté (Titre Hydrométrique TH)

La dureté totale détermine la concentration en calcium et en magnésium dissous. Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe de type chélate par le sel di sodique de l'Acide Éthylène Diamine Tétra acétique (EDTA) (Rodier *et al.*, 2009). L'estimation du titre hydrométrique a été faite par l'expression suivante :

$$TH = 1000 \times [(C \times V1) / V2]$$

- TH : C'est le titre hydrométrique en mg/l
- C : Concentration en milliéquivalent par litre d'EDTA
- V1: Volume en ml de solution EDTA utilisé pour le titrage
- V2 : Volume d'échantillon

Cette opération est réalisée après les étapes suivantes :

- prendre 50 ml d'échantillon
- Ajouter 4 ml de K10
- Ajouter 2 gts de NET
- Titre avec EDTA (virage bleu)



**Photographie n° 16** : Le titrage de la dureté Totale

### 6.3.3. Calcium (Ca<sup>+2</sup>) et Magnésium (Mg<sup>+2</sup>)

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylène diamine tétra- acétique (EDTA) à pH10. Le noir ériochrome T, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur. (AZLAOUI, ZENATI 2019 )

-Mode opératoire :

(V1) Ca<sup>2+</sup>

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.

- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N.
  - Ajouter du Murexide.
  - Titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (violet).
- (V2) Ca<sub>2</sub>+Mg<sup>2+</sup>:
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
  - Ajouter 2 ml de NH<sub>4</sub>OH (10,1).
  - Ajouter noir ériochrome.
  - Titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (bleu).

Expression des résultats : La détermination du mg/l de Calcium est donnée par la formule suivante

$$\text{mg/l Ca}^{2+} = V_1 \times F \times 8.016$$

- V<sub>1</sub> : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée
- F : Facteur

La détermination du mg/l de Magnésium est donnée par la formule suivante:

$$\text{Mg/l Mg}^{2+} = (V_2 - V_1) \times F \times 4.86$$

- V<sub>1</sub> : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.
- V<sub>2</sub>: Volume total d'E.D.T.A
- F : Facteur

#### 6.3.4 .Sodium (Na<sup>+</sup>)

Formation en milieu acide d'un complexe avec le Molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de Potassium. Réduction par l'acide ascorbique que en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 800 nm. (ADE ,2011)

Cette opération est réalisée après les étapes suivantes :

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml d'Acide Ascorbique
- Ajouter 2 ml du réactif mixte
- Attendre 10 mn le développement de la couleur

### 6.3.5. Chlorures (Cl<sup>-</sup>)

La détermination des chlorures se fait par la méthode de Mohr, en milieu neutre (le pH de l'eau à analyser doit être entre 5 à 9). Lors de notre étude, nous avons utilisé : une solution de nitrate d'argent AgNO<sub>3</sub> (0,1 N) et conservée dans l'obscurité et une solution indicatrice K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (10 %) (**Rodier, 1984**)

Cette opération est réalisée après les étapes suivantes

- relever 100 ml de l'échantillon à analyser dans le flacon de 250 ml;
- additionner 3 gouttes ou 2 ml de chromate de potassium;
- Titrer jusqu'à apparition du précipité de chromate d'argent (précipité rouge brique) avec la solution de nitrate d'argent.

### 6.3.6. Sulfate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

Les ions Sulfates SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> sont précipités et passés à l'état de Sulfates de Baryum en présence de BaCl<sub>2</sub> (**ADE, 2011**)

Cette opération est réalisée après les étapes suivantes :

- Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée.
- Ajouter 5 ml de la Solution Stabilisante.
- Ajouter 2 ml de Chlorure de Baryum.
- Agiter énergiquement pendant 1 minute ; Lire au spectrophotomètre.

## 6.4. Paramètre indésirable

### 6.4.1. Fer (Fe)

La détermination de le fer est réalisée par spectrophotométrie. Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé du KSCN et H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à 3% et HCl à 20%, à la longueur d'onde de 480 nm. (**ADE, 2011**)

Protocole d'analyse :

- Prélever 40 ml de l'échantillon à analyser dans une fiole de jaugeée 50 ml
- Ajouter 1 ml de la Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine
- Ajouter 2 ml du Tampon Acétate
- Ajouter 2 ml de la Solution de phenanthroline-1,10
- Complétez jusqu'au trait de jaugeé avec l'eau distillée
- Mettre à l'obscurité pendant 10 à 15 minutes
- Mettre le spectrophotomètre sous tension et laisser se stabiliser
- Établir le dosage en mode absorbance avec fixation de la longueur d'onde à 480 nm
- Lire l'extinction de la solution par apport à l'eau distillée (blanc).

## 6.5. Analyses bactériologiques

### 6.5.1. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux

#### A) Test de présomption

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham
- 3 fois 1ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham
- 3 fois 0.1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham, Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

**a)-1-Incubation** L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

**a)-2-Lecture** Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche)
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP (Voire l'annexe°01).

#### b)- Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la recherche de Coliformes thermo tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'Escherichia coli. Les coliformes thermo tolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes mais à 44°C.

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose bouclé dans tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham.

Chasser le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et bien mélanger le Milieu et l'inoculum.

**b)-1- Incubation** L'incubation se fait cette fois-ci au bain marie à 44°C pendant 24 heures.

**b)-2- Lecture:** Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

Un dégagement gazeux, et un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par Escherichia Coli après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP (Voire l'annexe°01) en tenant compte du fait qu'Escherichia Coli est à la fois producteur de gaz et d'indole a 44°C. (ADE, 2011)

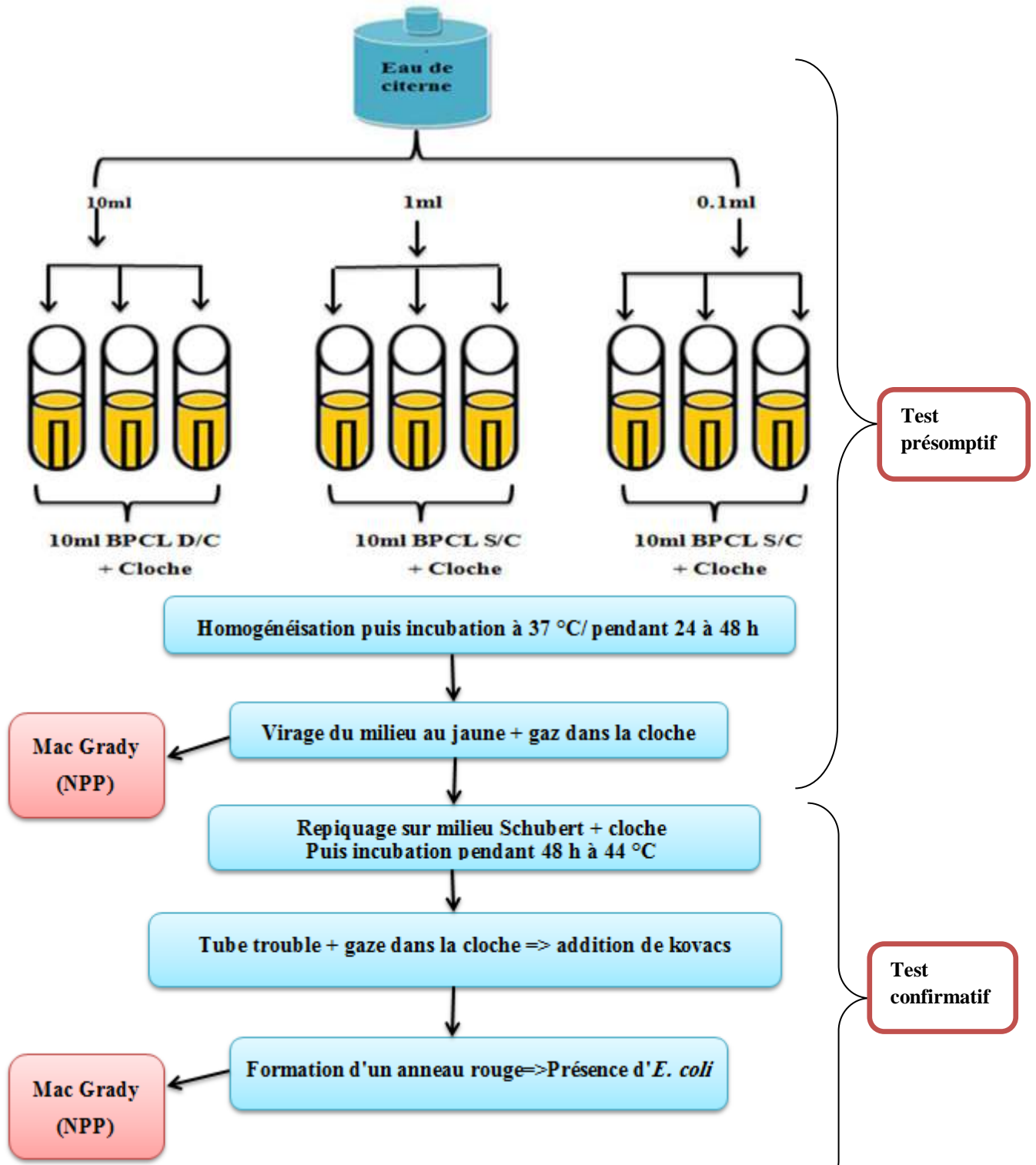


Figure 17 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

### 6.5.2. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

La recherche et leur dénombrement peut se faire de la même manière que pour les coliformes, c'est à dire à l'aide de deux méthodes distinctes selon la disponibilité ou non d'une rampe de filtration et seuls les milieux de culture changent, notre travail est basé sur la méthode de dénombrement en milieu liquide.

La recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux tout comme la méthode de recherche des coliformes en milieu liquide.

#### A) Test de présomption

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu ROTHE D/C.

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C.
- 1 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.
- 3 fois 0.1 ml gouttes dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C. Bien mélanger le milieu et l'inoculum, et Lecture. Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien, seulement ces derniers :
- ne doivent en aucun cas faire l'objet de dénombrement
- doivent par contre, absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu LITSKY EVA dans le but d'être confirmés.

#### B) Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de ROTHE trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une pipette dans un tube contenant le milieu LITSKY EVA. Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

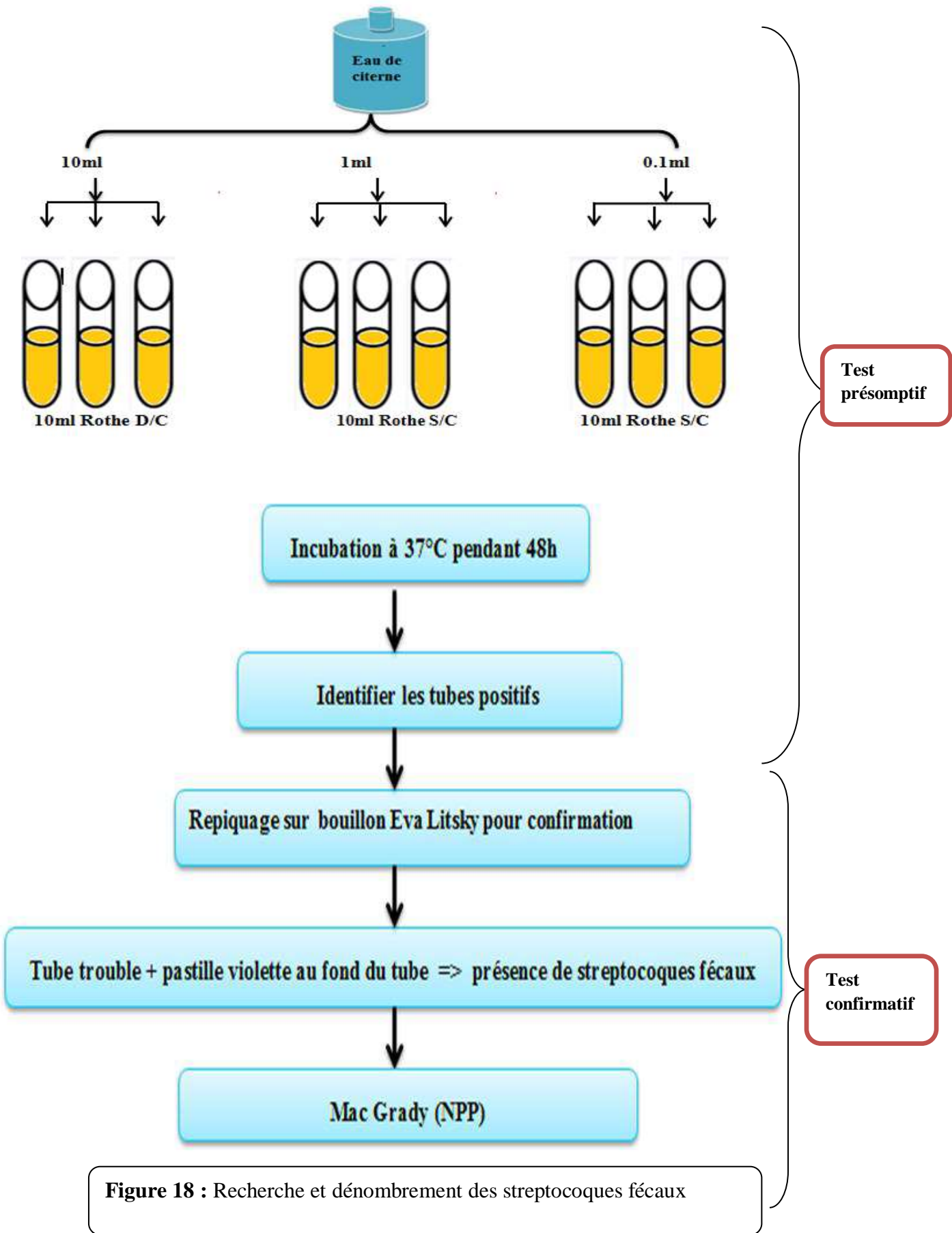
##### b)-1-Incubation

L'incubation se fait cette fois-ci à 37°C, pendant 24 heures.

##### b)-2-Lecture

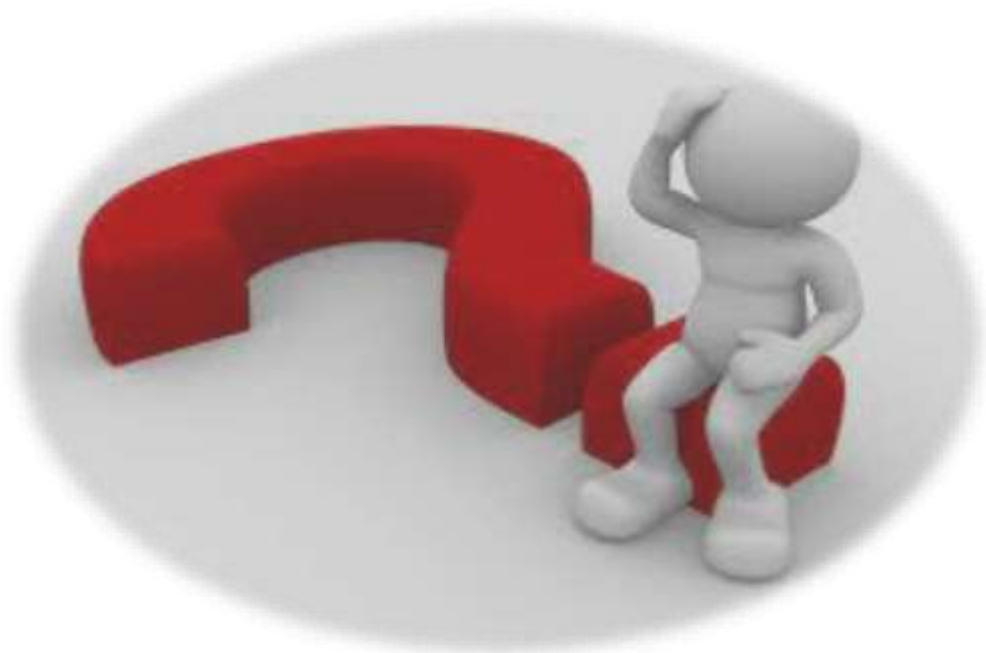
Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien.
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.
- La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP



# CHAPITRE

## IV



Notre étude portait sur sept échantillons d'eau de citernes mobiles. Les échantillons à tester ont été collectés à partir de sept différents citernes dans la ville de Khenchela durant le mois de Avril 2021 et le mois de juin 2021. Nous avons essayé de tester des eaux de citerne de différentes sources d'eau.

Après avoir fait plusieurs analyses physiques et bactériologiques, nous avons obtenu des résultats(Annexe1)

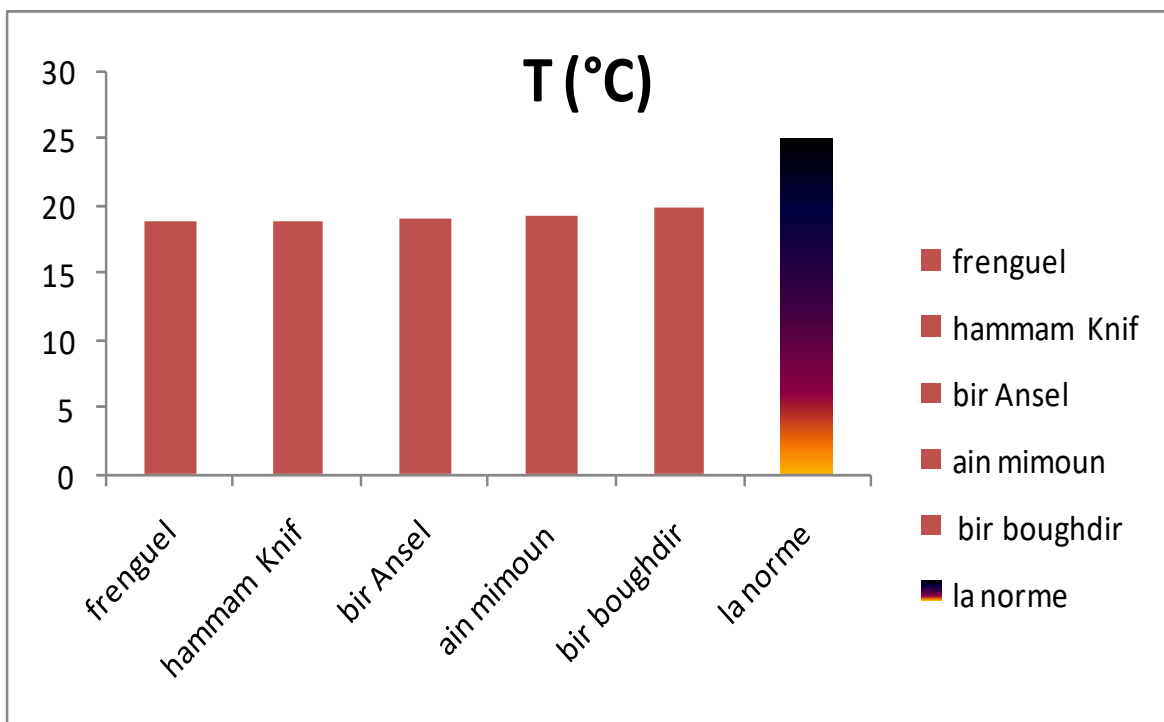
**1. Paramètres physico-chimiques**

**1 .1. Les températures:**

**Tableau 08:** Résultats des températures dans les eaux de citernes étudiées

lieu	freguel	hammam Knif	bir Ansel	ain mimoun	bir boughdir	la norme
T (°C)	18.9	18.9	19.2	19.4	20	25

A travers les résultats présentés dans (Tableau 06, Figure 13), on constate que les températures sont proches entre les Cinq échantillons car elles ont été mesurées dans des conditions naturelles normales, c'est-à-dire qu'il s'agit des températures soumises à l'influence de la chaleur extérieure.



**Figure 19.** Variation des températures dans les eaux de citernes étudiées.

1.2. Le potentiel hydrogène

Tableau09 : Résultats des pH dans les eaux de citernes étudiées

lieu	freguel	hammam Knif	bir Ansel	ain mimoun	bir boughdir	la norme
PH	7.96	8.71	7.78	7.93	7.59	9.5

Les valeurs de pH enregistrées dans notre étude varient entre (7.59et 7.96) (Figure 39). Ces résultats montrent des pH neutres, qui ne dépassent pas ceux exigés par la législation Algérienne et Européenne, qui normalisent le pH entre 6,5 et 9.

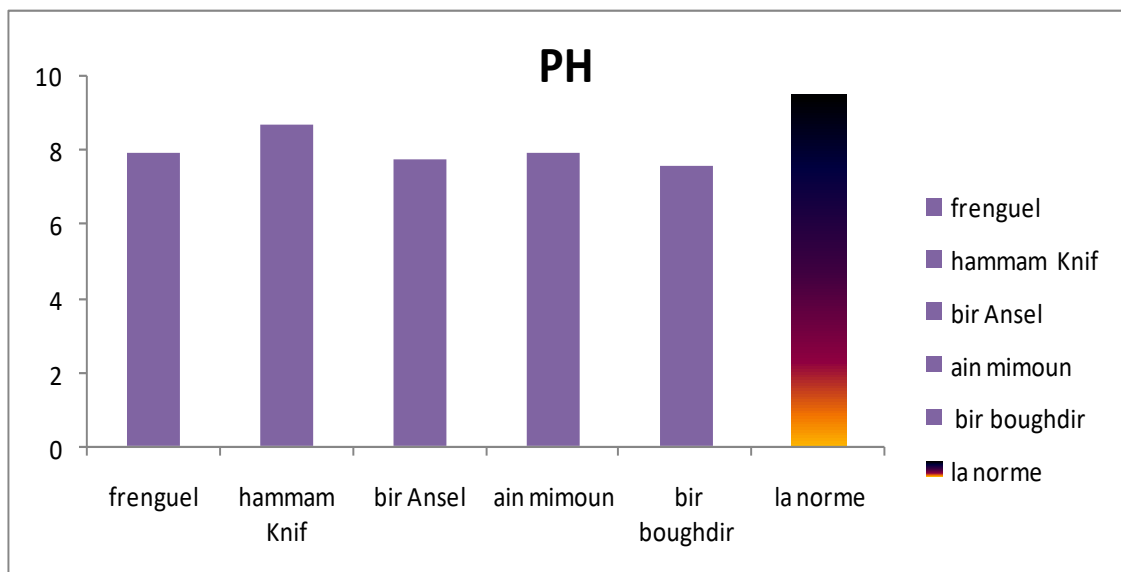


Figure 20. Variation des pH dans les eaux de citernes étudiées.

1.3. La conductivité électrique

Tableau 10: Résultatsdes conductivités électriques dans les eaux de citernes étudié

lieu	freguel	hammam Knif	bir Ansel	ain mimoun	bir boughdir	la norme
Cond	769	509	918	622	906	2800

Les valeurs de la CE enregistrées dans notre étude varient entre 509µS/cm et 918 µS/cm (Figure 40), ces dernières ne dépassent pas les normes de potabilité de l'eau (2800µS/cm)

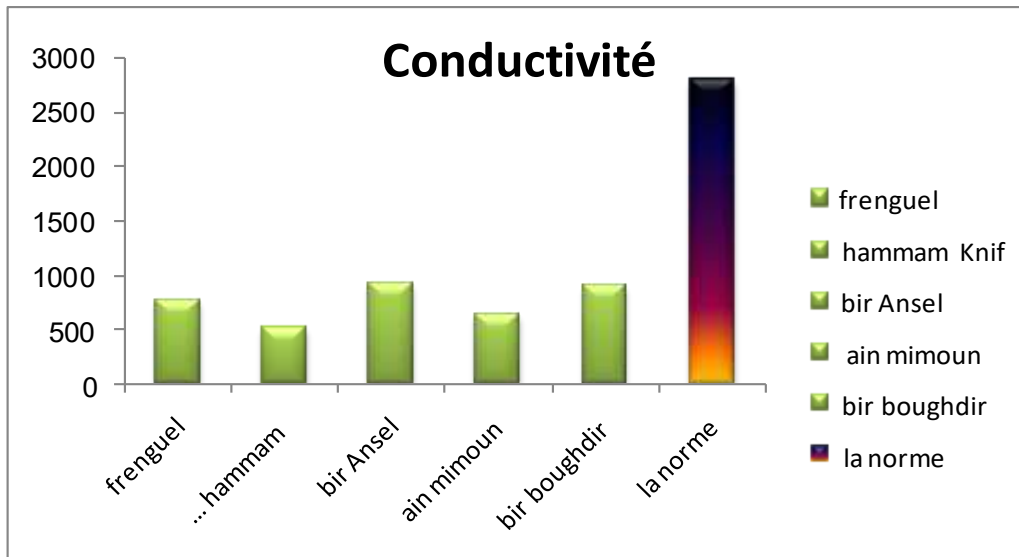


Figure 21. Variation de la conductivité électrique dans les eaux de citernes étudiées.

1.4. Turbidité

Tableau 11: Résultats des Turbidités dans les eaux de citernes étudiées

lieu	frenguel	hammam Knif	bir Ansel	ain mimoun	bir boughdir	la norme
turbidité	0.21	0.15	0.13	0.15	0.2	5

Les résultats des analyses obtenues à l'aide d'un Turbidimètre déterminent une variation entre 0,13 NTU et 0,21 NTU. Elle reste inférieure (5 NTU) à la valeur indicative fixée par la norme Algérienne relative à la qualité de l'eau potable.

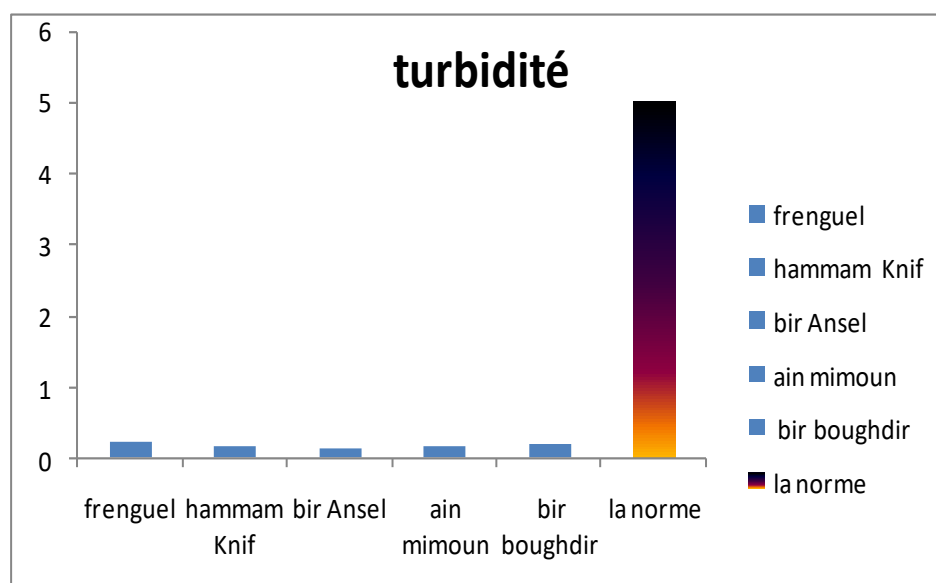


Figure 22. Variation de la Turbidité dans les eaux de citernes étudiées.

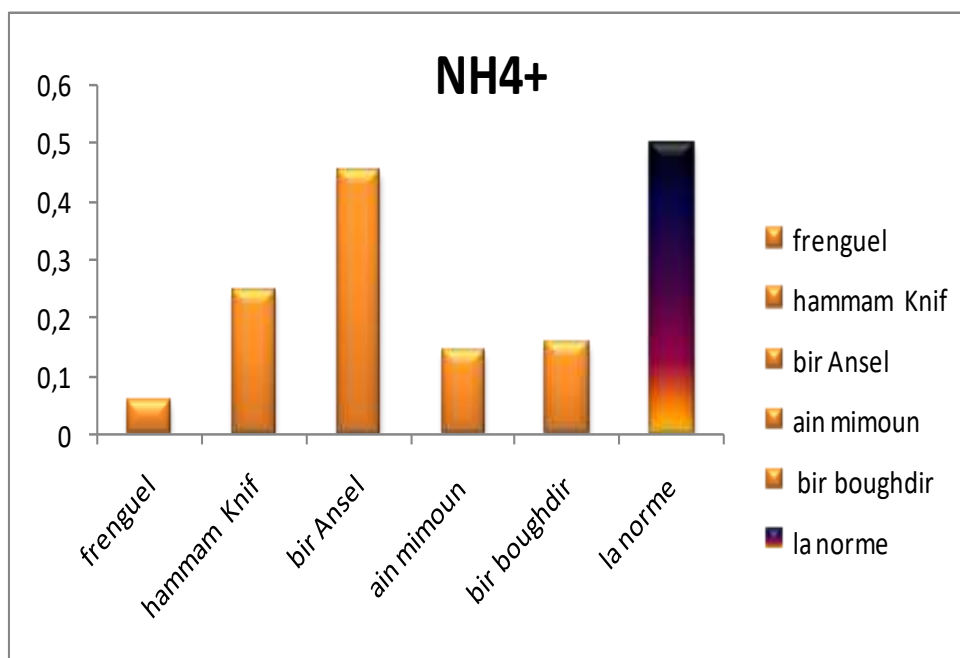
### 1.2. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

**Tableau 12:** Résultats d'Ammonium dans les eaux de citernes étudiées

lieu	freguel	hammam Knif	bir Ansel	ain mimoun	bir boughdir	la norme
$\text{NH}_4^+$	0.054	0.245	0.453	0.141	0.153	0.5

Les résultats des analyses obtenues à déterminent une variation de Ammonium entre 0.054mg/L et 0.453mg/L. Elle reste inférieure (0.5 mg/L) à la valeur indicative fixée par la norme Algérienne. Mais le résultat à Bir Ansel est très proche de normes avec 0.453 mg/L, nous expliquant cette teneur par la susceptibilité d'une fuite dans les canalisations.

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel.



**Figure 23.** Variation d'Ammonium dans les eaux de citernes étudiées.

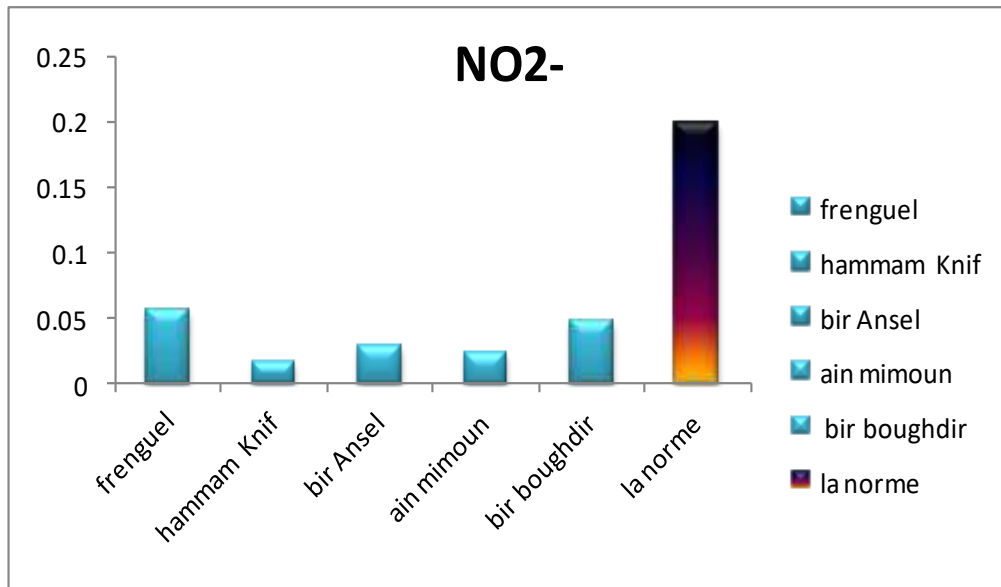
### 1.3 .Nitrites

**Tableau 13:** Résultats des nitrites dans les eaux de citernes étudiées

lieu	freguel	hammam Knif	bir Ansel	ain mimoun	bir boughdir	la norme
$\text{NO}_2^-$	0.057	0.016	0.028	0.024	0.048	0.2

Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates.

Les valeurs des nitrites enregistrées dans notre étude varient entre 0.016 mg/L et 0.058 mg/L (**Figure 43**), ces dernières ne dépassent pas les normes de potabilité de l'eau (0.2 mg/L)



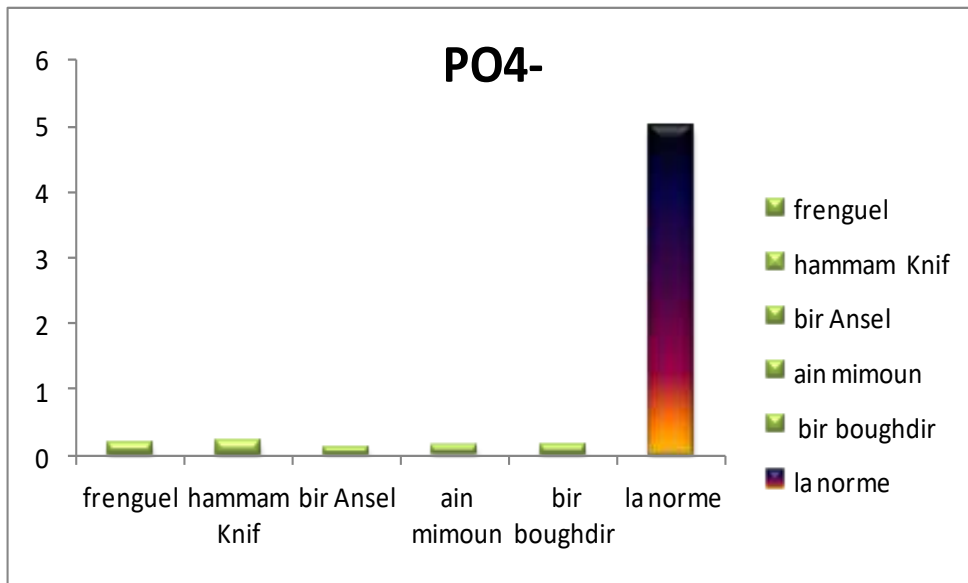
**Figure 14:** Variation de Les nitrites dans les eaux de citernes étudiées

#### 1.4. Phosphates( $\text{PO}_4^{2-}$ )

**Tableau 15:** Résultat de la teneur enPhosphates dans les eaux de citernes étudiées

lieu de	frenguel	hammam Knif	bir Ansel	ain mimoun	bir boughdir	la norme
PO4-	0.181	0.223	0.116	0.125	0.15	5

Les concentrations de phosphates sont très faibles (0.116 mg/L à 0.223 mg/L) par rapport à la valeur guide recommandée par les normes algériennes qui est de 5 mg/L



**Figure 25:** Variation de la teneur en Phosphates dans les eaux de citernes étudiées

**1.5. Nitrates**

**Tableau 15:** Résultat de la teneur en nitrates dans les eaux de citernes étudiées

lieu de	frenguel	hammam Knif	bir Ansel	ain mimoun	bir boughdir	la norme
NO3-	0	0	45.83	5.85	41.16	50

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. D’après les résultats obtenus indiqués sur **la figure 26** on constate que les valeurs des nitrates de nos échantillons (0 à 45.83mg/l) ne dépassent pas la norme algérienne de potabilité fixée à 50 mg/l

☞ Mais le résultat à Bir Ansel (45.83 mg/L) et bir boughdir (41.16 mg/L) est très proche de normes (50 mg/L)

**☒ Origine naturelle**

Les sols incultes, jamais fertilisés par l’homme, contiennent des nitrates en faible quantité. Ils proviennent de la transformation de la matière organique en décomposition par les microorganismes du sol. Les nitrates sont l’aboutissement d’un processus de décomposition de la matière organique azotée

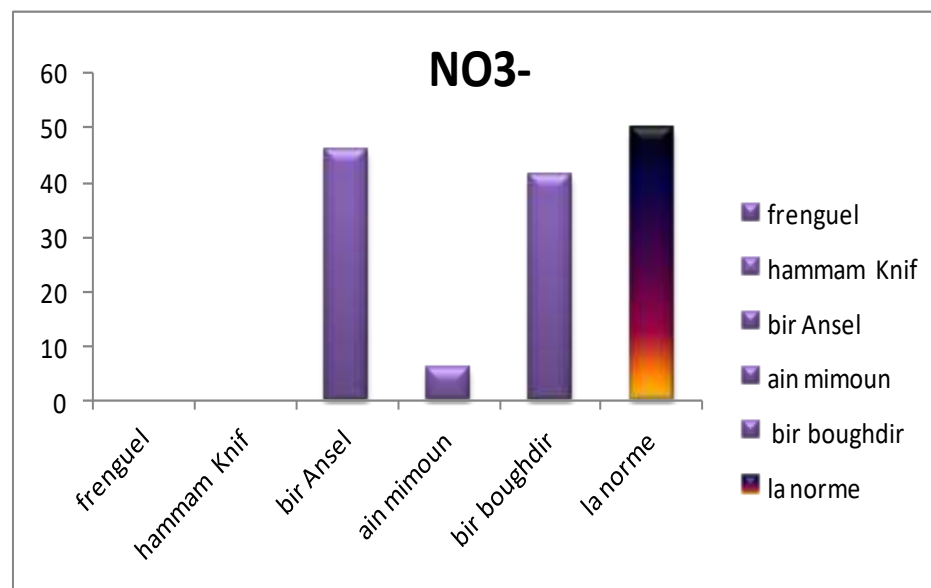
### ☒ Origine domestique et industrielle

Les déchets organiques rejetés par les égouts ou épandus sur le sol (par exemple, les boues de station d'épuration) libèrent, à la suite des mêmes réactions chimiques, d'importantes quantités de nitrates. Ceux-ci peuvent être entraînés ensuite dans les rivières ou les nappes d'eau souterraines.

### ☒ Origine agricole

Les productions agricoles (céréales, fourrages, légumes) sont dépendantes de la quantité de matière azotée présente dans le sol. Les besoins en nitrates varient suivant le type de plante. Si un agriculteur dépasse les doses optimales en nitrates, ceci entraîne un surplus (la plante ne l'absorbe plus) qui va être entraîné soit par ruissellement, soit par infiltration dans les nappes d'eau souterraine où sont puisées les eaux de consommation humaine.

Cette dernière source est, de loin, la plus importante cause de pollution des eaux par les nitrates, mais la nature urbaine de la source des deux échantillons cités ci-dessous, nous amène à dire que les nitrates proviennent des activités domestiques.



**Figure 26:** Variation de la teneur en nitrates dans les eaux de citernes étudiées

## 2. Paramètres bactériologiques

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Les microorganismes pathogènes sont très nombreux et très variés et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une recherche spécifique. De plus leur identification est très difficile voire impossible dans le cas des virus, car leur durée de vie peut être très courte. Pour ces

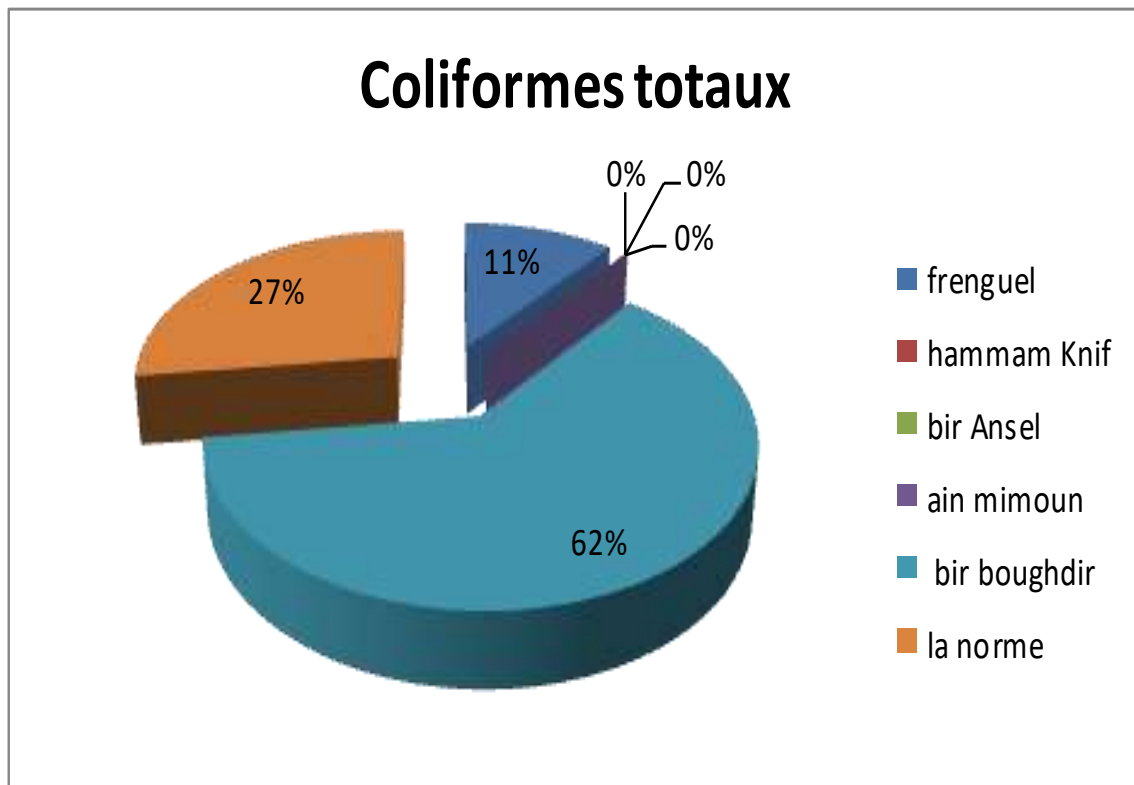
différentes raisons, il est préférable de rechercher les germes qui sont généralement présents en grand nombre dans la matière fécale de l'homme et des animaux à sang chaud. Ces derniers se maintiennent facilement dans le milieu extérieur.

**Tableau. 16:** Les résultats des analyses bactériologiques des eaux de citernes étudiées

	N°de citerne Paramètres	Coliformes totauxn/100ml	Escherichia colin/100ml	Streptocoques fécauxn/ 100ml
La date	La norme	10	00	00
22/04/2021 T (15 C°)	Citerne Frenguel	4	Absence	Absence
	Citerne Hammam Knif	Absence	Absence	Absence
26/04/2021 T (19 C°)	Citerne Bir Ansel	Absence	Absence	Absence
	Citerne Ain Mimmon	Absence	Absence	Absence
	Citerne BirBoughdir	23	Absence	Absence
03/06/2021 T (30 C°)	Citerne Hammam Knif	11	11	Absence
	Citerne BirBoughdir	Absence	Absence	Absence

Dans notre étude nous avons recherché des germes les plus présentes en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux à sang chaud, et qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur. Il s'agit des Coliformes totaux, les Coliformes fécaux (E. coli), les Streptocoques fécaux

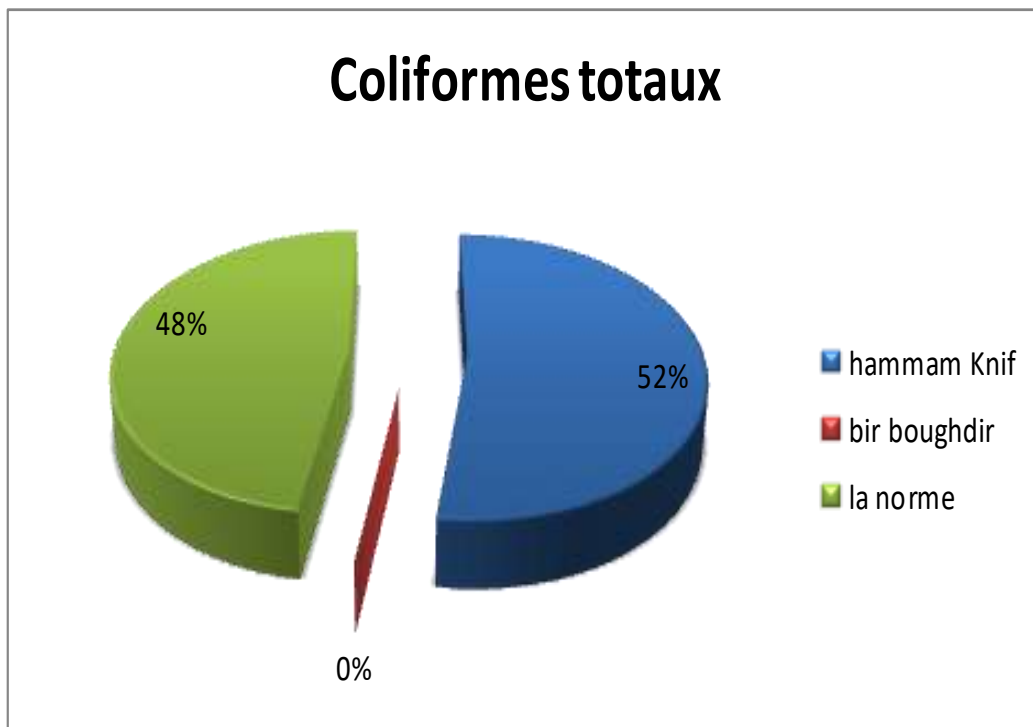
## 2.1. Résultats des coliformes totaux :(Période froid)



**Figure n°27** : Cercle relatif des coliformes totaux dans les eaux de citernes étudiés  
Pendant le mois d'Avril 2021(T : 15-19 C°)

La présence des coliformes totaux possédant une origine animale ou humaine, indique une contamination fécale récente (**Chevalier, 2003**). D'après les résultats présentés dans le Tableau n° 9 on remarque que la charge bactérienne en coliformes totaux varie entre 4 à 23 UFC/100ml. Les résultats montrent que les échantillons (N° 2,3, et4) représente un absence total de coliforme totaux, l'échantillon (N° 1) ne dépassent pas les normes algériennes et celles de **POMS (1994)**, qui recommandent des taux en CT inférieurs à 10 UFC/100ml. Cependant un seul échantillon (N°5) dépasse légèrement la norme fixée a 10 UFC/100ml.

## 2.2. Résultats des coliformes totaux :(Période Chaude)



**Figure n° 28:** Cercle relatif des coliformes totaux dans les eaux de citernes étudiés Pendant le mois de juin 2021(T : 30 C°)

D'après les résultats présentés dans le tableau n°9 les coliformes totaux dans cette période chaude est représenté 11 UFC/100ml ce qui équivaut le pourcentage 52% dans le cercle relatif. Et ces dernières dépassent légèrement ces normes

Selon (ISO, 1994). La présence de coliformes totaux dans l'eau traitée, ou le dépassement des normes réglementaires, n'impliquent pas nécessairement un risque pour la santé publique. La plupart des espèces de ce groupe se retrouvent naturellement dans le sol ou la végétation selon (Edberg et al. 2000).

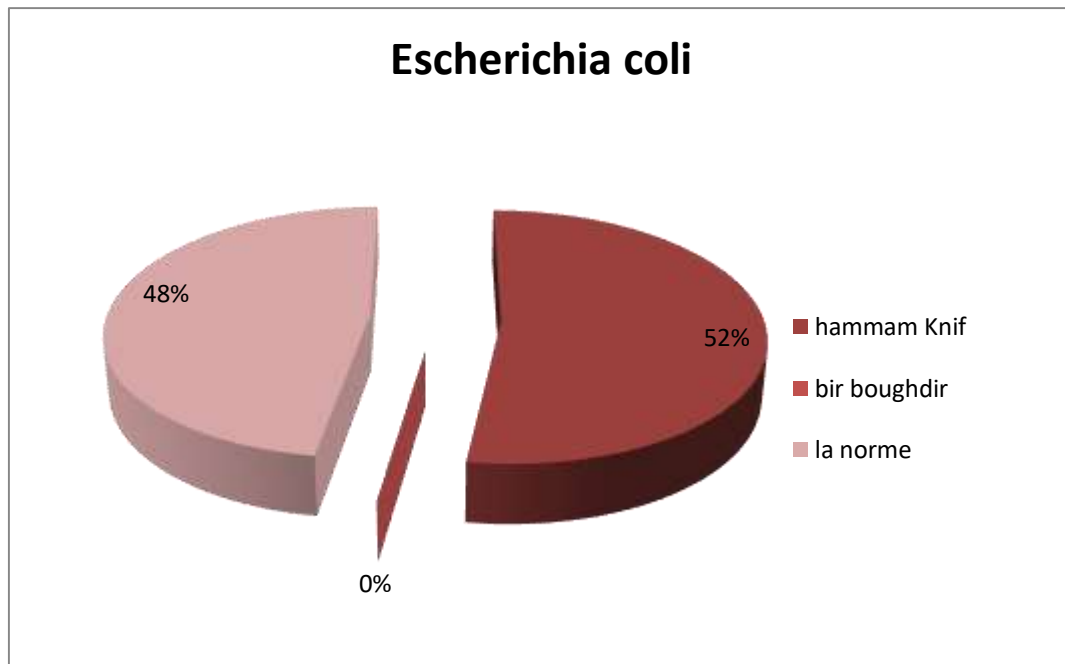
A partir des données de l'enquête réalisée sur les camions citernes étudiés, nous pouvons constater que les résultats positifs sont probablement dus aux facteurs suivants :

- L'exposition de ces camions au soleil, peut également favoriser la dégradation de la qualité de l'eau en particulier le développement des algues et des mousses.
- Une durée de stockage de l'eau dans ces réservoirs dépassant 2 jours (norme requise par la législation algérienne) peut altérer sa qualité (Bouziani, 2000).
- L'ignorance des conditions de stockage et des méthodes de nettoyage des citernes par les propriétaires. La fréquence de nettoyage dépasse un mois pour 90% des cas

étudiés. Ce dernier s'effectue seulement par la pression de l'eau et sans utilisation de désinfectants.

- Au remplissage des citernes le contact du personnel (mains non propres) peut contaminer l'eau directement
- Enfin, l'emplacement des fontaines et des sources d'eau dans des endroits impropres favorisent leur contamination.

### 2.3. Résultats des coliformes fécaux (*E. coli*)



**Figure n°29 :** Cercle relatif des coliformes fécaux dans les eaux de citernes étudiés pendant le mois de juin 2021 (T : 30 C°)

Les coliformes sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale (Chevalier, 2003).

Les résultats de la recherche des coliformes fécaux étaient négatifs pour le 100% des échantillons, excepté la citerne N° 1 (Hammam Knif), où nous avons enregistré la présence de 11 CF par 100ml d'eau, et avec la confirmation de la présence d'*E. coli* (apparition d'un anneau rouge, après l'ajout du réactif du Kovacs). L'OMS (2004), énonce que la présence des

Coliformes thermo tolérants, notamment *E. coli*, apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente.

### 2.4. Résultat de streptocoques fécaux :

Des résultats négatifs pour le 100 % des échantillons des citernes ont été enregistrés pour la recherche des streptocoques fécaux. Ces résultats sont logiques vu la faible charge

bactérienne des échantillons en germes totaux, et reflètent une qualité bactériologique très acceptable pour la majorité des échantillons.

D'après **Makhloufi et al., (2011)** la contamination de l'eau de citerne est due à plusieurs facteurs tel que : l'absence de nettoyage régulier, ou périodique des réservoirs par les détergents , ces réservoirs sont mal fermés ce qui favorise la pénétration de la poussière, cela permet le contact de l'eau avec le milieu extérieur surtout dans les périodes ou il y a du vent (contamination par des germes apportés par la poussière), aussi la majorité des citernes sont exposées au soleil surtout pendant la période d'été durant laquelle y a élévation de la température, ce qui favorise la multiplication des germes thermophiles tel que les coliformes fécaux , et le manque de conscience des vendeurs d'eau vis-à-vis des risques sanitaires apportés par l'eau.

### 3. Classification des échantillons

On se basant sur les résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques, nous pouvons classer nos 5 échantillons des eaux de citernes en 3 catégories.

- **La catégorie 1** : contient une eau de qualité physicochimique et bactériologique très bonne. Il s'agit des eaux de citernes N° 2 (Hammam Knif dans la période froid), 3 ,4 ,7 (Citerne BirBoughdir dans la période chaude) qui ont présenté une bonne minéralisation avec l'absence totale des germes indicateurs d'une contamination fécale
- **La catégorie 2** : contient des eaux de qualité physicochimique et bactériologique acceptable. Il s'agit des eaux de citerne N°1 (citerne frenguel)
- **La catégorie 3** : regroupe des eaux qui présentent une qualité physico-chimique acceptable et une qualité bactériologique mauvaise. Il s'agit des eaux de citerne N°5 (citerne BirBoughdir dans la période froid) et 6(Hammam knif dans la période chaude)



# CONCLUSION

### **Conclusion :**

De son lieu de captage jusqu'au robinet, l'eau destinée à la consommation humaine est soumise à de nombreux contrôles, ce qui en fait le produit alimentaire le plus surveillé.

Dans le but d'évaluer la qualité physicochimique et bactériologique des eaux potables vendues par les camions-citernes, et destinées à la consommation humaine, de la wilaya de Khenchela, sept échantillons d'eau ont été prélevés à partir de différentes sources (Khenchela centre-ville (Bir Boughdir et Bir Ansel), Frenguel, Hammam Knif et Ain Mimoun), durant le mois d'Avril et juin 2021.

Les résultats de la caractérisation physico-chimique montrent que le 20 % de nos échantillons ont présentés une eau très minéralisée (Hammam knif) le reste des échantillons (80 %) ont, cependant, présenté des eaux de bonne qualité physico-chimique à acceptable.

La méthode du nombre le plus probable a été utilisé pour l'étude bactériologique. Les résultats reflètent une contamination par les coliformes totaux, qui a dépassé les normes (varié entre 11 à 23 germes / 100 ml), pour le 20% des échantillons. Les résultats de la recherche des coliformes fécaux (présence de E. coli) contamination fécale

Des résultats négatifs pour le 100 % des échantillons des citernes ont été marqués pour la recherche des streptocoques fécaux

A travers ces résultats, nous constatons, une mauvaise prise en charge hygiénique du transport, stockage et vente de cet élément vital pour certain échantillons. La fréquence de nettoyage qui dépasse 15 jours voir 1 mois pour toutes les citernes et l'ignorance quasi total des méthodes de leur nettoyage par les propriétaires justifie ces résultats.

- Dans l'intérêt d'apporter un apport complémentaire à cette étude, il serait intéressant :
- D'élargir le nombre et la zone d'échantillonnage
- Réaliser des prélèvements durant plusieurs saisons
- Suivre la qualité hygiénique des eaux transportées par les camions-citernes depuis la source jusqu'au consommateur.

### **Recommandations :**

Les résultats de la présente étude permettront de mettre à la disposition des autorités des données de base susceptibles d'être exploitées dans le cadre de l'amélioration de la qualité des eaux des citernes .

Nous recommandons ainsi le respect des mesures suivantes Pour minimiser le risque :

- ✓ Exiger le respect des normes de protection des eaux
- ✓ Appliquer les tests législatifs et réglementaires en vigueur;
- ✓ Renforcer le plateau technique des laboratoires pour assurer un contrôle régulier des citernes
- ✓ Sensibiliser les consommateurs aux risques des eaux polluées sur la santé humaine;
- ✓ Contrôler les citernes qui vendent l'eau.
- ✓ Surveillance régulière des sources d'eau Et comme acte de sensibilisation pour la préservation de la santé des citoyens, nous proposons l'insertion d'une note d'interdiction de consommation des eaux non potable au niveau des sources, comme étape préventive.
- ✓ Sensibiliser le vendeur au lavage des citernes et à l'utilisation de l'eau de javel Et en utilisant un robinet au lieu d'un tuyau.

(ADE, 2011). Norme de qualité d'une eau de boisson .

**Agathe Euzen, Catherine Jeandel et Rémy Mosseri** .,(2015) L'eau à découvert,

**Almeda J., Corachan M., Sousa A., Ascaso C., Carvalho M., Rollinson D. et al (1994)**

Schistosomiasis in the Republic of Sao Tome and Principe: Human studies. Trans R Soc Trop Med Hyg. 88: P.P. 406-409.

**AROUA, A. (1994)**. L'homme et son milieu. Edition société national. Alger, 73-85p .

**AYAD , W . (2017)** . Evaluation de la qualité physico-chimique et Bactériologique des eaux souterraines : cas des Puits de la région . Thèse . Ing . Microbiologie Appliquée. Univ. BADJI MOKHTAR – ANNABA. P09.

**Azlaoui S., et Zenati N., 2019** :Mémoire fin de étude, Evaluation de la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau consommée au site de l'université Ziane Achour de Djelfa. p 1 -64

**Beaulieu P., Fisset B. (2009)** Eau du robinet : une exigence de qualité, Cahiers de nutrition et de diététique. 44 : P.P. 294 -301.

**Benmaïd A., (2013)**. La sécurité liée à l'eau : gestion des risques et arbitrages, Commissariat général au développement durable, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, études & documents, N° 100, 40p

**BENZAÏD A., 2012**. Santé Internationale, Journal Grotius international

**Bneder, 2011**, (Bureau National D'étude pour Le Développement Rural). Étude de classement de la cédraie de Beni Oudjana et Ouled Yagoub en parc national. pp33-51.

**BORDJAH A., 2011**. analyse physico-chimique et microbiologique du lait demi-écrémé Haddadi Cherif El-Hidhab Sétif Dans le but d'obtention du diplôme de Brevet de Technicien Supérieure en Contrôle de Qualité dans les Industries Agro-alimentaire 2ème édition. Lavoisier Tec et Doc, Paris.

**BOUBECHIR F. et NASSAH H., 2014** : Caractérisation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de bassin versant du barrage de Taksebt, université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

**Boubrit et Boussad( 2007 )** SouhilaBoubrit et NafaaBoussad 2007. Détermination "in vitro " du pouvoir antibactérien des huiles essentielles d'eucalyptus, myrte, clous de girofle et sarriette, et leur application à la conservation de la viande fraîche type hachée. Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou - Ingénieur d'état en biologie.

**BOUDEAL., DJOUID, H. (2003).** Pollution de l'Oued boussellem par les eaux usées urbaines et industrielles et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèse ing, des écosystèmes universitaires, Stif. 6-13p

**BOURGEOIS C. M., MESCLE J. F., 1996.** Microbiologie alimentaire: aspect micro biologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome 1 .Edition: Lavoisier. Tec et Doc .P: 260- 261.

**Bouziani M., (2000).** L'eau de la pénurie aux maladies, Edition ibn khaldoun, 247p.

**Chevalier P. (2003)** Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, (Canada). P.4

**codex alimentaire :** OMS et FAO (2007), l'eau, première édition, Rome

**Conrad C. (2012)** Evaluation des propriétés en culture de nouvelles souches atténuées de poliovirus candidates a un nouveau vaccin inactivé .Thèse de Doctorat, Université de Lorraine (France). P.P.98.

**D.P.A.T., 2011.** Documentation et données statistiques. Service d'aménagement. Direction de la planification et l'aménagement du territoire de la Wilaya de Khenchela

**DEKHIL S. et ZAIBET M., 2013.** Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA, Université Mohamed El Bachir El ibrahimi -Bordj Bou Arreridj des nitrates. Méthode spectrométrique avec l'acide sulfosalicylique. NA 1656, ISO 7890/3, désinfectants dans le traitement d'eau potable (université d'El OUED).

**développement : Essai historique. Edition l'harmattan, paris.**

**Djabri L., (1996).** Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse, origine géologiques, industrielles, agricoles et urbaines, Thèse de doctorat d'état, Université d'Annaba, Algérie, 176 p.

**DPAT 2014:** Direction de la programmation et le suivi du budget annuaire statistique Khenchela)

**DURBEUIL P. (2003).** *La science hydrologique du service des colonies à l'aide au développement :* Essai historique. Edition l'harmattan, paris.

**Dussart, Limnologie,** L'étude des eaux continentales, 2ème édition, Boubée, 1992, p 736. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 4 p.

**Edberg S.C, E.W Rice, R.J Karlin et M.J Allen., (2000)**, Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, 88: 106S-116S.

**FNS., 2013.** Manuel pratique d'analyse de l'eau, 4ème édition

**Gaillard S. (2001)** Virus de l'hépatite E: Mise en place du diagnostic moléculaire au laboratoire de virologie du CHU de Grenoble. Thèse de Doctorat, Université Joseph Fourier (France).P.P.99.

**GANJOUS D., 1989.** La pollution des milieux aquatiques. 2ème édition : Tec et Doc. P12-13

**GOGUEL J., 1967.** Application de la géologie aux travaux de l'ingénieur. 2ème édition: Masson .P13.

**Goita A. (2014)** Les bactéries pathogènes d'origine hydrique de l'épidémiologie à la prévention. Thèse de Doctorat, Université Mohamed V– Souissi –Rabat (Maroc). P.P.134

**Hamadouche N. (2003).** Interactions des bactéries marines responsables de la formation des bio salissures avec des matériaux bispécifiques (Doctoral dissertation, Université Paris 13).

**HAMED. M, GUETTACHE. A, BOUAMER. L:** Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du Barrage Djorf-Torba Bechar. Université de Bechar (2012).

**Hammes F. 2011.** Un numéro de funambule depuis 75ans, p18.

**HARRAT N. et ACHOUR S., 2010 :** Pollution physico-chimique des eaux de Barrage de la region d'El Tarf. Impact sur la chloration, *Larhyss Journal*, n°8, 47-54, 2010.

**HENAUT A., (2011).** Pollution de l'air et de l'eau, Les dossiers de science et politiques publiques, université Pierre et Marie Curie, Paris, P 02

**ISO ( International Organization for Standardization), (1994).** Qualité de l'eau. Dosage isolées, Québec, P04.

**JEAN CLAUDE ROUX ; 2010.** Les secrets de la terre. L'eau ; Edition du BRGM. Orléans.

**Jean et Lavigne Pr Jean-Philippe Lavigne–DFGMS2 'Infectieux'**

.[http://science.howstuffworks.com/environmental/life/cellular\\_microscopic/cell1.htm](http://science.howstuffworks.com/environmental/life/cellular_microscopic/cell1.htm)

**Kassim Coulibaly,( 2005)** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako

**Kesbi R. (2016)** Etude des performances épuratoire d'une STEP de l'ouest algérien cas de nouvelle STEP d'Aine – Témochent. Mémoire de master, université Aboubaker Belkaide (Tlemcen).

**LACOURLY GUY. (1971) :** POLLUTIONS RADIOACTIVES QUE FAUT-IL EN PENSER ? Section de Protection de l' Environnement au Commissariat à l' Energie atomique

Association EURATOM – CEA Centre d ' Etudes nucléaires. Class. Oxford U 628 .55.l'action des microorganismes. Mémoire Maîtrise B.G., Faculté des Science, Amiens, 30p.

**Lepori A.S. (2013)** L'onchocercose : données actuelles et nouvel horizon thérapeutique. Thèse de Doctorat, Université de Lorraine (France). P.P.103.

**LEROY.J.B,( 1999)** : La pollution des eaux, 4eme Ed. Paris : presse universitaire de France.- (que sais-je ?).- 127p.

**MADemoiselle OUMOU SAMBA GASSAMBE.,2012.** contribution a une meilleure connaissance de la règlementation et de la composition physico-chimique des différentes marques d'eaux minérales vendues au mali. Pour obtenir le grade de docteur en pharmacie. faculté de médecine, de pharmacie et d'odontostomatologie (fmpos).p47-49.

**MAÏGA F S., 2002** - Manuel de la cour d'hygiène du milieu, F.M.P.O.S.

**MAKHLOUFI A. et ABDELOUAHID D. J., 2011.** étude de la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau potable dans la ville de Bechar .sud ouest Algérie. 1er Séminaire International sur la Ressource en eau au Sahara : Evaluation, Economie et Protection, (Ouargla), p 355.

**METAHRI Med SAID, 2012** : Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes : Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou, thèse de doctorat, option Génie des procédés, département d'agronomie, université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, Algérie, 2012.

**OMS (2000)** Directive de qualité pour l'eau de boisson, Critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève .P.P.1050.

**OMS., (1994).** Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 1, recommandations, Organisation mondiale de la Santé, 2e édition, 202 p.

**OMS., (2004).** Directives de qualité pour l'eau de boisson. 3ème édition, Vol 1.Directives,Ed. Organisation mondiale de la sante, Genève, 110 p

**Ouandaogo S. (2008)** Ressources en eau souterraine du centre urbain de Ouagadougou au Burkina Faso, qualité et vulnérabilité. Thèse de Doctorat, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse (Burkina Faso). P.P.245.

**Ramade, 1984** : éléments d'écologie : écologie fondamentale, édit, Dunod, paris, 397p

**Rodier J. (1996)** .L'analyse De L'eau, Eaux Naturelles, Eaux Résiduaire, 8ème Edition, Dunod, Paris, 1335p.

**RODIER J., 1996.** Analyse de l'eau.-8eme Ed, Paris : Dunod.- 412p.

**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. Ed. Dunod, Paris, 1384 p.

**Rodier J., Legube B., Merlet N. (2009).** L'analyse de l'eau, 9 ème, p.1579 édition, Ed. Dunod

**RODIER, J. (1984).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer 7e Édition, DUNOD, Bordas, Paris, 134 p

**Rodier., (2009) :** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9eme édition: Dunod, Paris.

**SAMAHI ,F.(2016) .** Gestion et valorisation des ressources en eau : Cas de la Daïra de Kherrata (Béjaia). Thèse de MASTER . sciences économiques. Univ . Abderrahmane Mira Bejaia

**Tenaillon et al .,(2010)** Olivier Tenaillon, David Skurnik, Bertrand Picard and Erick Denamur.Mars 2010. The population genetics of commensal Escherichia coli ; Vol 8; P:207

**THOMAS, O. (1995).** Météorologie des eaux résiduaires. Tec et Doc, Ed Lavoisier2ème édition, Editions Tec&Doc, PP : 195-198.

**Touil Y., Benlamnour F., Reghis A., Hadj M. (2011)** Suivi de la qualité des eaux douces vendues dans la Région de Ouargla du fabricant au consommateur. Université Kasdi Merbah Ouargla.P.491-497.

**TOURAB H., 2013.** Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz, mémoire de fin d'études eau et environnement, Université Cadi Ayyad Marrakech.

**Yves LEVI,** « Eaux et risques pour la santé publique » livre " l'eau à découvert" , page 38-39 de (Agathe EUZEN ;Catherine JEANDEL et Rémy MOSSERI), Edition : CNRS, Paris, (2015).

## Résumé

L'impact du changement climatique qui a touché le monde par l'augmentation des températures et la perturbation des précipitations ; ne sont pas sans conséquence sur la méditerranée. L'Algérie et la wilaya de Khenchela subit des pénuries en eau très remarquable surtout dans la saison estivale, cela mène les citoyens à acheter de l'eau vendue par les citernes mobiles. Ces derniers ne suivent aucun contrôle de qualité par les autorités concernées.

Notre travail de recherche consiste à déterminer la qualité physicochimique et bactériologique de l'eau vendue par les citernes mobiles En deux périodes différentes froide (15-19 C°) et chaudes (30 C°) dans la commune de Khenchela. Les échantillons sont prélevés de sept citernes par l'utilisation de flacons stériles qui seront par la suite acheminés aux laboratoires sous froid.

Les différents paramètres physico-chimiques sont acceptables pour la plupart des échantillons. Par contre les paramètres bactériologiques ont montré une contamination par les coliformes totaux (23 germes / 100ml) et (11 germes / 100ml) dont l'*Escherichia coli* (11 germes / 100ml) sur 2/7 des citernes étudiées.

A la lumière de ces résultats, nous pouvons dire que les facteurs de risques de contaminations bactériologiques sont bel et bien présents et nécessitent une attention plus sérieuse par tous les acteurs intervenant dans cette chaîne qui va de la source jusqu'au consommateur, un suivi permanent de la qualité et l'hygiène de ces citernes doit être mise en œuvre.

**Mots clés :** eau potable, camion-citerne, pénurie, bactériologique, Khenchela.

## Abstract

The impact of climate change that has affected the world by rising temperatures and disrupting rainfall is not without consequences on the Mediterranean. Algeria and the wilaya of Khenchela are experiencing very remarkable water shortages especially in the summer season, this leads citizens to buy water sold by mobile cisterns. They do not follow any quality control by the authorities concerned.

Our research work consists in determining the physicochemical and bacteriological quality of the water sold by the mobile cisterns In two different periods cold (15-19 C°) and hot (30 C°) in the commune of Khenchela. Samples are taken from seven tanks using sterile vials, which will then be sent to cold laboratories.

The different physico-chemical parameters are acceptable for most samples. On the other hand bacteriological parameters showed contamination by total coliforms (23 germs/100ml) and (11 germs/ 100ml) including Escherichia coli(11germs/ 100ml) on 2/7 of the tanks studied.

In the light of these results, we can say that the risk factors for bacteriological contamination are indeed present and require more serious attention by all the actors involved in this chain, which goes from the source to the consumer, continuous monitoring of the quality and hygiene of these tanks must be implemented.

**Keywords:** drinking water, tank truck, shortage, bacteriological, Khenchela

### الملخص

ان تأثير تغير المناخ الذي اثر على العالم بارتفاع درجات الحرارة وعرقلة هطول الأمطار لا يخلو من عواقب على البحر الأبيض المتوسط. وتشهد الجزائر ولاية خنشلة نقصا ملحوظا في المياه ، لا سيما في موسم الصيف ، مما يدفع المواطنين إلى شراء المياه التي تباع بواسطة خزانات متنقلة. ولا تتبع السلطات المعنية أي مراقبة للجودة ويتألف عملنا البحثي من تحديد نوعية المياه الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية التي تباعها الصهاريج المتنقلة. في فترتين مختلفتين ، كانت درجة الحرارة باردة (15-19 درجة مئوية) وحارة (30 درجة مئوية) في بلدية خنشلة. وتؤخذ العينات من سبعة خزانات باستخدام قنينات معقمة ، ثم ترسل إلى مختبرات باردة المعايير الفيزيائية والكيميائية المختلفة مقبولة لمعظم العينات. ومن ناحية أخرى أظهرت المعايير البكتريولوجية تلوثاً بجراثيم القولون الكلية (جراثيم 100/23 مل) و (جراثيم 100/11 مل) بما في ذلك جراثيم الإشريشيا كولي (11 جراثيم/100 مل) على 7/2 الصهاريج التي تمت دراستها وفي ضوء هذه النتائج ، يمكننا القول إن عوامل الخطر للتلوث البكتريولوجي موجودة بالفعل وتتطلب اهتماما أكثر جدية من جانب جميع الجهات الفاعلة المشاركة في هذه السلسلة ، التي تنتقل من المصدر إلى المستهلك ، يجب تنفيذ الرصد المستمر لنوعية هذه الصهاريج ونظافتها

**الكلمات المفتاحية:** مياه الشرب ، صهريج ، نقص ، جرثومي ، خنشلة



# ANNEXE

# ANNEX

	Paramètres	Paramètres physico-chimique														Paramètres Bactériologiques			
		T <sup>(c°)</sup>	PH	Cond (µs/cm)	Turbidi (NTU)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/l)	Fe <sup>+2</sup> (mg/l)	Ca <sup>+2</sup> (mg/l)	TH (F°)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	TAC (mg/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	Coliforme Totaux n /100ml	Eschirichia Coli n/100ml	Strepto coques Fécaux n/100ml
<b>date</b>	<b>La norme</b>	<b>25</b>	<b>6 ,5- 9,5</b>	<b>2800</b>	<b>5</b>	<b>0 ,5</b>	<b>0,2</b>	<b>5</b>	<b>50</b>	<b>400</b>	<b>0,3</b>	<b>200</b>	<b>50</b>	<b>500</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>22/04/2021</b>	<b>Citerne Frenguel</b>	18,9	7,96	769	0,21	0,054	0,057	0,181	0	6,111		128	40	64	159	238	4	Absence	Absence
	<b>Citerne Hammam Knif</b>	18,9	8,71	509	0,15	0,245	0,016	0,223	0	18,506		96	30	36	117	143	Absence	Absence	Absence
<b>26/04/2021</b>	<b>Citerne BirAnsel</b>	19,2	7,78	918	0,13	0,453	0,028	0,116	45,83	25,546		159	47	77	159	194	Absence	Absence	Absence
	<b>Citerne Ain Mimmon</b>	19,4	7,93	622	0,15	0,141	0,125	0,125	5,85	16,672		55	36	23	163	199	Absence	Absence	Absence

	<b>Citerne BirBoughdir</b>	20	7,59	906	0,2	0,153	0,15	41,16	15,132	0	144	45	70	171	209	23	Absence	Absence
<b>03/06/2021</b>	<b>Citerne BirBoughdir</b>	/														Absence	Absence	Absence
	<b>Citerne Hamman Knif</b>	/														11	11	Absence