

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



كلية العلوم

Faculté des Sciences

قسم البيولوجيا

Département de biologie

En vue de l'obtention du Diplôme de Master II

Option : Nutrition et Sciences Alimentaires

Thème

Contrôle bactériologique de la potabilité des eaux de quelques sources de la wilaya de Boumerdes

Présenté par :

BOUKANDOURA Massinissa

MAHIOUT Kahina

Devant le jury :

Mme YAHYAOUÏ.

Mme LEFKIR.

Mme BRAHMI F.

Présidente

Examinatrice

Promotrice

Promotion 2022 /2023

Remerciements

Nous remercions Dieu le tout-Puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nos vifs remerciements sont adressés à notre promotrice Mme Brahimi. F pour son aide et ses précieux conseils et les membres du jury Mme Lefkir et Mme Yahyaoui

Nous remercions Mr le directeur de production de CETIC, et Mr HAMDI. A adjoint directeur de production qui nous ont permis et accepté de réaliser notre stage pratique au sein de la société CETIC

Nos remerciements s'adressent à tous nos professeurs de la faculté de sciences et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Dédicaces :

Je dédie Ce modeste travail :

Aux êtres les plus chers à mes yeux, à mon père et ma mère qui m'ont aidé, que j'aime beaucoup dont je souhaiterai leurs rendre l'équivalent de ce qu'ils ont fait pour moi.

À mes chères sœurs et chers frères, Qui m'ont toujours encouragé et m'ont aidé pour réaliser Mon travail.

À tous mes neveux et nièces

À mon binôme Massinissa Boukandoura

À tous mes collègues de la promotion 2022 / 2023

Kahina

Dédicaces :

Je dédie ce mémoire à mes parents, ma mère et mon père, qui ont été mes piliers tout au long de cette aventure académique.

À ma mère, qui a toujours cru en moi et m'a enseigné la persévérance, la détermination et le courage.

À mon père, dont la sagesse, l'intégrité et la patience m'ont inspiré.

À mon frère, qui a toujours été mon meilleur compagnon d'études.

À ma sœur, dont la présence lumineuse et le soutien inconditionnel m'ont donné la force de surmonter les obstacles. Tes conseils avisés, ta bienveillance et ton amour indéfectible ont été des sources d'inspiration et de réconfort tout au long de cette aventure.

À ma binôme Mahiout Kahina.

À tous mes collègues de la promotion 2022 / 2023.

Massinissa

Listes des abréviations

Listes des figures

Listes des tableaux

Introduction

CHAPITRE I : REVUES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Définition de l'eau	01
2. Importance de l'eau	01
3. Cycle de l'eau	01
4. Sources de l'eau	02
4.1. Eaux de surfaces	03
4.2. Eaux souterraines	03
4.3. Eaux de mers et océans	03
5. Les propriétés de l'eau.....	03
5.1. Les propriétés physiques	03
5.1.1. Point d'ébullition.....	03
5.1.2. Viscosité.....	04
5.1.3. Solvant.....	04
5.1.4. Tension superficielle.....	04
5.1.5. Chaleur spécifique.....	04
5.1.6. Chaleur latente.....	04
5.1.7. Capacité thermique	04
5.1.8. Transparence	05
5.2. Les propriétés chimiques	05
5.3. Les propriétés biologiques	05
6. La pollution de l'eau	05
6.1. L'origine de la pollution	05
6.1.1. L'industrie	06
6.1.2. L'agriculture.....	06
6.1.3. Pollution domestique	06

6.1.4. Pollution par les eaux pluviales	06
6.1.5. Pollution d'origine naturelle	06
6.2. Les principaux polluants des eaux.....	06
6.2.1. Les polluants chimiques	06
6.2.2. Les polluants biologiques	07
7. Qualité d'eau	07
7.1. Facteurs organoleptiques	07
7.2. Paramètres physicochimiques.....	08
7.3. Facteurs microbiologies.....	09
8. Les maladies Transmission hydriques.....	10
CHAPITRE II : matériels et méthodes	
1. Présentation de la région d'étude	11
1.1 Présentation de la wilaya de Boumerdes.....	11
1.1.1. Situation géographique.....	11
1.1.2. Climat de Boumerdes	11
1.1.3. Ressources en eau de la wilaya de Boumerdes	12
1.2. Présentation de la commune de Boumerdes	12
1.3. Présentation de la commune de Naciria.....	13
1.4. La présentation de la commune de Ténia	13
2.Objectif.....	14
3.Le prélèvement.....	15
3.1. Préparation des flacons	15
3.2. Prélèvement de l'échantillon.....	15
3.3. Stockage et transport	16
4.Analyse physicochimiques.....	16
4.1. La température.....	16
4.2. Potentiel hydrique.....	17
4.3. La conductivité électrique.....	17
4.4. La turbidité.....	18
4.5. Nitrates.....	18

4.6. Chlorure.....	19
5. Analyses bactériologiques.....	20
5.1. Recherche des coliformes totaux et fécaux.....	20
5.2. Recherche des streptocoques totaux et fécaux	23
5.3. Recherche des germes anaérobies sulfito-rédacteurs.....	25
5.4. Recherche et dénombrement des germes aérobies totaux.....	27

CHAPITRE III : Résultats et discussions

1. Résultats des analyses physicochimiques	29
1.1. La température.....	29
1.2. Potentiel hydrique.....	30
1.3. La conductivité électrique.....	30
1.4. La turbidité.....	31
1.5. Chlorure.....	32
1.6. Nitrates.....	32
2. Résultats des Analyses bactériologiques.....	33
2.1. Recherche des coliformes totaux et fécaux.....	33
2.2. Recherche des streptocoques totaux et fécaux	35
2.3. Recherche des germes anaérobie sulfito-rédacteurs.....	36
2.4. Recherche et dénombrement des germes aérobies totaux.....	37
Conclusion.....	39

Références bibliographiques

Annexes

Listes des abréviations

OMS : Organisation Mondial de Santé

UTN : unités de turbidité céphalométriques

PH : Potentiel d'Hydrogène

BCPL : Bouillons lactose au pourpre de bromocrésol.

DHW : Directions d'hydraulique de la wilaya

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

NPP : Nombre le plus probables des microorganismes.

TGEA : Tryptone glycose extrait de levure Agar.

VF : Viande de Foie

μS /cm : Micro Siemens par centimètre

°C : Degré Celsius.

ISO : l'Organisation Internationale standardisation

Les listes des tableaux

Tableau N°	Titre	PageN °
01	Paramètres physicochimiques selon l’OMS et le journal officiel algérien.	08
02	Facteurs microbiologiques selon l’OMS et le journal officiel algérien.	09
03	Les bactéries pathogènes responsables de maladies d’origine hydrique.	10
04	Potentiel hydrique de la wilaya de Boumerdes (DHW Boumerdes 2010)	12
05	Résultats des tests de coliformes pour les 3 sources.	34
06	Résultats des tests des streptocoques totaux et fécaux pour les 3 sources.	36
07	Résultats de recherche du Clostridium sulfito-réducteur dans les sources d’eau	37
08	Résultats de recherche des germes aérobies totaux dans les 3 sources d’eau.	37

Listes des figures

Figure N°	Titre	Page N°
01	Cycle d'eau dans la nature	02
02	Situation géographique de la wilaya de Boumerdes	11
03	Les limites géographiques de la commune de Boumerdes	12
04	Localisation de la commune de Naciria dans la wilaya de Boumerdes	13
05	Localisation de la commune Thénia de dans la wilaya de Boumerdes.	13
06	Illustration du déroulement de la partie expérimentale	15
07	Schéma de la procédure d'analyse bactériologique des coliformes fécaux et <i>E. coli</i>.	22
08	Schéma de la procédure d'analyse bactériologique des streptocoque totaux et fécaux.	24
09	Schéma de la procédure d'analyse bactériologique des germes anaérobies sulfito-réducteurs.	26
10	Recherche et dénombrement des germes totaux.	28
11	Température des eaux de source prélevées.	29
12	PH des eaux de source prélevées.	30
13	La conductivité des eaux de sources prélevées	31
14	La turbidité des eaux de source prélevées	31
15	Concentration des chlorure des eaux de source prélevées	32
16	Concentration des nitrates des eaux de source prélevées	33
17	Résultats après l'incubation des tubes de BCBL s/c (source de Naciria IFRI)	34

18	Résultats après l'incubation dans milieu Rothe (source de Naciria IFRI)	35
19	Résultats après l'incubation dans le milieu viande foie (source IFRI)	36

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 [1].

Cependant l'eau dans la nature n'est pas directement utilisable pour la consommation humaine ni pour l'industrie car elle n'est pas suffisamment pure. Même une eau d'apparence limpide transporte en son sein toutes sortes de substances inertes et vivantes, dont peuvent être nocives pour l'organisme humain. Ces substances proviennent soit du milieu physique, soit des rejets de certaines activités humaines [2].

D'après, un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé, environ 5 millions de personnes dans le monde meurent encore chaque année de maladies infectieuses ou parasitaires dues à l'eau, au lieu d'être source de vie l'eau peut devenir vecteur de transmission de maladies mortelles [3].

De ce fait le contrôle de la qualité de l'eau joue un rôle important dans la santé publique car celle-ci est susceptible d'engendrer des altérations catastrophiques sur le sol, sur l'organisme humain et même de toucher à la santé de toute une population [4].

Pour cela, l'eau doit faire l'objet de nombreux contrôles bactériologiques et physicochimiques.

L'objectif de notre travail est d'apprécier la potabilité et déterminer la qualité bactériologique d'une eau de trois sources différentes dans la première ce trouve à Boumerdes la deuxième à Ténia et la troisième à Naciria.

Nous avons structuré notre travail en trois chapitres interdépendants :

- Le premier purement théorique rassemble d'une part des généralités sur l'eau : définitions, les propriétés d'eau, pollution, la qualité et les maladies pouvant être véhiculée par l'eau.
- Le deuxième chapitre est consacré aux méthodes employées pour la réalisation de ce travail : analyses microbiologiques et physicochimiques.
- Le troisième et le dernier chapitre, mentionne sous formes de graphes les différents résultats obtenus au cours de notre étude pratique.
- En termine par une conclusion.

CHAPITRE I
REVUES
BIBLIOGRAPHIQUES

1. Définition de l'eau :

C'est une Substance naturelle, souvent liquide et inodore, incolore, et sans saveur à l'état pur, de formule chimique H_2O , et peut se trouver dans les trois états de la matière (solide, liquide, ou gazeux), l'eau est l'un des agents ionisants les plus connus, on l'appelle fréquemment le solvant universel [5].

2. Importance de l'eau :

L'eau est un élément indispensable à la vie et au fonctionnement globale de la planète, car elle couvre 70 à 80 % de la surface totale de la planète : près de 98% d'eau salée impropre à la consommation, moins de 1% de l'eau est potable et utilisable, majoritairement enfermée dans les neiges et polaires [6].

L'eau est un élément essentiel de la vie humaine. Elle entre dans la composition du corps humain et dans les composants de la plupart des aliments. Utilisé dans l'alimentation humaine et animale, l'industrie, l'agriculture et d'autres secteurs, il joue également un rôle important dans la transmission des maladies d'origine hydrique par les agents pathogènes qu'il transporte lors de sa consommation [7].

3. Cycle de l'eau :

Cycle de l'eau entre les quatre grands réservoirs d'eau de l'hydrosphère que sont les mers et les océans, les eaux continentales (superficielles et souterraines), l'atmosphère et la biosphère. L'échange d'eau est permanent et forme ce que l'on appelle le cycle externe de l'eau. Le moteur de ce cycle en est le soleil, Grâce à l'énergie thermique qu'il rayonne, il active et maintient constamment les masses d'eau en mouvement. Ce cycle se divise en deux parties intimement liées. Une partie atmosphérique qui concerne la circulation de l'eau dans l'atmosphère, sous forme de vapeur d'eau essentiellement ; Une partie terrestre qui concerne l'écoulement de l'eau sur les continents, qu'il soit superficiel ou souterrain. En résumé, on retiendra les phénomènes suivants [8] :

➤ Evaporation :

Chauffée par le soleil, l'eau des océans, des rivières et des lacs s'évapore et monte dans l'atmosphère. Les végétaux et les êtres vivants transpirent et rejettent eux aussi de la vapeur [8].

➤ **Condensation :**

Au contact des couches d'air froid de l'atmosphère, la vapeur d'eau se condense en minuscules gouttelettes qui, poussées par les vents, se rassemblent et forment des nuages [8].

➤ **Précipitations :**

Les nuages déversent leur contenu sur la terre, sous forme de pluie, neige ou grêle selon la pression atmosphérique [8].

➤ **Ruissellement :**

Ces pluies et neiges s'écoulent vers les plaines pour alimenter les nappes souterraines. Ce grand voyage met ensuite environ deux semaines pour rejoindre leur milieu d'origine, les océans [8].

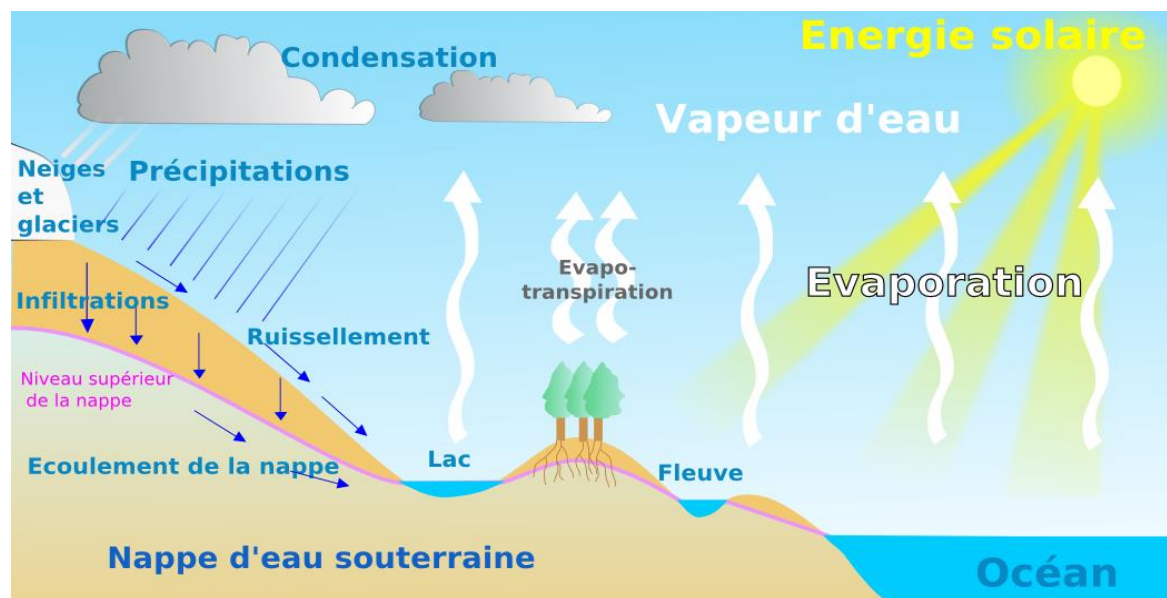


Figure 01 : Cycle d'eau dans la nature

4. Sources d'eau :

L'homme a recours généralement, pour satisfaire ses propres besoins en eau et permettre son usage dans ses diverses activités industrielles et agricoles, à trois types de ressources naturelles :

- Les eaux souterraines.
- Les eaux de surface (rivières, fleuves et lacs).
- Les eaux de mer et océans.

L'eau à l'état naturel (superficielle, souterraine ou saline) n'est jamais « pure » ; c'est un milieu vivant qui se charge de très divers éléments en contact des milieux qu'elle traverse et sur lesquels elle ruisselle [9].

4.1. Eaux de surface :

Ce type des eaux englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (rivières, lacs, étangs, barrages ...). La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants [10].

Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. C'est à cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement [10].

4.2. Les eaux souterraines :

Les eaux souterraines ne constituent que 0,3 % du volume de l'eau sur la Terre et, pourtant, elles représentent plus de 65,6 % du volume de l'eau destinée à l'alimentation en eau potable (ministère de la Santé). Ce réservoir souterrain est invisible, sauf lorsque l'eau s'en échappe pour constituer une source. Longtemps ignorées ou réduites à l'image des sources (leur seule manifestation visible), les eaux souterraines sont pourtant un maillon essentiel du cycle de l'eau et leur fonctionnement influe sur celui des écosystèmes qui y sont connectés [11].

4.3. Eaux de mers et océans :

Les mers et les océans constituent des énormes réservoirs d'eau, elles représentent près de 97,4% du volume d'eau existant actuellement sur notre planète, le reste est la part des eaux continentales (eaux souterraine et superficielles). Les eaux de mers sont caractérisées par une grande salinité, elles sont dénommées aussi « eaux saumâtres », ce qui rend leur utilisation difficile, notamment leur coût très élevé pour leur traitement [10].

5. Propriétés de l'eau :

5.1. Propriétés physiques de l'eau :

L'eau sur Terre a une phase liquide particulièrement importante avec les principales propriétés physiques suivantes [12].

5.1.1. Point d'ébullition :

Dans les phases liquide et solide de l'eau, les liaisons hydrogène maintiennent fermement les molécules ensemble. C'est parce que ces liaisons doivent être rompues que l'eau a un point d'ébullition particulièrement élevé pour les molécules de cette masse molaire. Cette propriété de l'eau permet l'existence d'une phase liquide importante aux températures que nous connaissons sur Terre. Cette phase liquide est nécessaire à l'émergence et au maintien de la vie telle que nous la connaissons sur cette planète [12].

5.1.2 Viscosité :

La viscosité de l'eau varie considérablement en fonction de sa composition chimique et de sa température, de sorte que deux eaux peuvent être non miscibles. Ce phénomène est La continuité des courants océaniques qui régulent les climats planétaires est particulièrement importante [12].

5.1.3 Solvant :

L'eau est le solvant le plus important à la surface de la Terre. Par conséquent, il traite les minéraux et les matières organiques qu'il traverse et les dissout [12].

5.1.4. La tension superficielle :

La tension superficielle de l'eau est très élevée. Cette propriété permet la formation de gouttes et favorise l'ascension capillaire [12].

5.1.5 Chaleur spécifique :

L'eau est l'élément naturel dont la chaleur spécifique est la plus élevée : $4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Elle demande donc beaucoup d'énergie pour être réchauffée et pour être refroidie [12].

5.1.6 Chaleur latente :

Les chaleurs latentes de fusion et de vaporisation de l'eau sont élevées. Comme l'énergie est prélevée sur le substrat on comprend que le phénomène d'évaporation de l'eau vers l'atmosphère refroidisse continuellement les océans. Ces caractéristiques expliquent que l'hydrosphère liquide agisse comme un tampon thermique qui régularise la température terrestre [12].

5.1.7 Capacité thermique :

L'eau présente une très grande capacité thermique de tous les fluides. Du fait de cette capacité, les masses d'eau agissent comme des tampons ou régulateur contre les changements élevés de température [12].

5.1.8 Transparence :

L'eau est transparente dans le spectre visible, mais elle absorbe le rayonnement infrarouge dès les premiers mètres d'épaisseur, ce qui explique que seules les eaux superficielles se réchauffent [12].

5.2. Propriétés chimiques de l'eau :

L'eau est un excellent solvant qui dissout un très grand nombre de sels, de gaz, de molécules organiques. Les réactions chimiques de la vie se passent en milieu aqueux [12].

Elle a longtemps été considérée comme un solvant neutre intervenant peu ou pas dans les réactions chimiques. La dilution dans l'eau permettait en particulier de ralentir l'activité des réactifs. En fait, l'eau est un agent chimique très agressif qui risque d'attaquer les parois du récipient qui la contient comme par exemple dans un flacon en verre, des ions silicium passent dans l'eau. Dans les réactions chimiques, l'eau intervient d'abord par sa dissociation en protons H^+ , souvent associés à H_2O pour former des protons hydratés H_3O^+ , et en ions hydroxyle OH^- . C'est le rapport entre ces 2 types d'ions qui détermine le pH de la solution (pH : logarithme de l'inverse de la concentration molaire en H^+). De nombreux métaux peuvent décomposer l'eau en produisant un dégagement d'hydrogène et un hydroxyde métallique [12].

L'eau pure peut exister du point de vue réglementaire, c'est-à-dire, eau sans contaminants bactériens et chimiques, mais elle n'existe pratiquement pas du point de vue chimique (même l'eau distillée contient des traces d'ions ou de molécules organiques prélevées aux conduites et aux récipients) [12].

5.3. Propriétés biologiques l'eau :

L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants. Il existe un cycle biologique, cycle au cours duquel s'effectue une série d'échanges ; l'eau entre pour une grande part dans la constitution des êtres vivants [13].

6. La pollution d'eau :

6.1. Origine de pollution :

6.1.1. L'industrie :

Les activités industrielles rejettent un bon nombre de substances qui vont polluer nos rivières et nos nappes, parfois d'une manière intensive que l'on n'en connaît pas les effets à long terme. Les rejets industriels renferment des produits divers sous forme insoluble ou soluble d'origine minérale et/ou organique, à caractère plus ou moins biodégradable et parfois toxique même à très faible concentration [10].

6.1.2. L'agriculture :

Elle utilise 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 [14].

6.1.3. Pollution domestique :

Nos eaux usées urbaines sont constituées de matière organique biodégradable certes mais de grandes consommatrices d'oxygène, de germes pathogènes et des produits chimiques [9].

6.1.4. Pollution par les eaux pluviales : Il ne faut pas oublier par ailleurs la pollution générée par les eaux pluviales. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles) [14].

6.1.5. Pollution d'origine naturelle :

Certaines substances naturellement présentes dans l'environnement entraînent parfois des problèmes de contamination de l'eau potable. Des composés inorganiques comme le baryum, l'arsenic, les fluorures, le sodium, les chlorures, le mercure, le cadmium et les cyanures peuvent contaminer l'eau potable. L'eau souterraine est particulièrement vulnérable lorsqu'il y a présence de métaux dans les formations géologiques environnantes [14].

6.2. Les principaux polluants des eaux :

6.2.1. Les polluants chimiques :

L'immense majorité des nuisances sont causées par l'entrée de ce type d'élément (ou Plusieurs) indésirable dans la composition chimique de l'eau initialement destinée à un usage bien précis. Parmi lesquels, on distingue selon la nature de la pollution chimique [15] :

Les éléments chimiques minéraux : tels les phosphores, les nitrates, les nitrites, les sulfates, l'ammoniaque...etc.

Les éléments chimiques organiques : ont des origines multiples. Les sources principales sont les rejets des eaux usées domestiques, les industries agro-alimentaires (Laiteries, conserveries). Elle se traduit par plusieurs formes et d'origine différentes : matières organiques, les hydrocarbures, les huiles et graisses, les pesticides, les phénols et les détergents [15].

Les éléments chimiques toxiques : substances qui sont généralement peu abondantes, mais avec le temps, elles s'accumulent à tous niveaux dans l'eau (flore, faune...). Les plus importants sont les métaux lourds (le plomb, mercure, cadmium, l'arsenic...) [16].

6.2.2. Les polluants Biologiques :

Un grand nombre de microorganismes peuvent proliférer dans les eaux, dans les aliments et dans les milieux naturels grâce aux conditions favorables [16].

Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites, les champignons et les algues. On parle ainsi de pollution : bactérienne, virale, ou parasitaire. Les eaux polluées peuvent contenir de très nombreuses colonies des bactéries pathogènes qui transmettent plusieurs types d'affections dites maladies à transmission hydrique [16].

La plupart de ces germes pathogènes ont une origine fécale et leur transmission est dite oro-fécale. Parmi les germes pathogènes les plus répandus dans une eau polluée, on distingue : Les germes banals : les Bacilles coliformes, et les streptocoques responsables de Gastro-entérites [16].

Les bacilles la shigella, les salmonelles, les vibriens cholera provoquent des foyers épidémiques surtout dans les localités ne disposant pas de réseau d'assainissement. Il y a aussi les mycobactéries responsables de plusieurs types d'infection comme la Tuberculeuses ...etc. Parmi les virus responsables de maladies hydriques, on distingue : les virus des hépatites [16].

Parmi les parasites pathogènes les plus fréquents dans l'eau on distingue : l'amibe *Entamoeba histolytica* qui est responsable de la dysenterie, les helminthes sous forme de kyste il provoque de graves anémies [16].

7. La qualité de l'eau :**7.1 Propriétés organoleptiques :****7.1.1 La couleur :**

Dans l'idéal, l'eau potable doit être claire et incolore. Le changement de couleur d'une eau potable peut être le premier signe d'un problème de qualité. Dans un échantillon d'eau, l'intensité relative d'une couleur est analysée à l'aide d'une échelle arbitraire composée d'unités de couleur vraie [17].

7.1.2 Gout et odeur :

Les eaux de consommation doivent posséder un goût et un' odeur non désagréable. La plupart des eaux, qu'elles soient ou non traitées, dégagent une odeur plus ou moins perceptible et ont une certaine saveur. Ces deux propriétés, purement organoleptiques, sont extrêmes subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales : salée, sucrée, aigre et amère [17].

7.1.3 Turbidité :

La turbidité désigne la teneur d'une eau en particules suspendues qui la troublent. C'est la propriété optique la plus importante des eaux naturelles. On mesure la turbidité en unités de turbidité céphalométriques (UTN) à l'aide d'un turbidimètre. Cet instrument envoie un rayon de lumière à travers un échantillon d'eau et mesure la quantité de lumière qui passe à travers l'eau par rapport à la quantité de lumière qui est réfléchiée par les particules dans l'eau [17].

7.2 Paramètres physicochimique (les paramètres physicochimiques de l'eau sont résumés dans le tableau n°01)

Tableau 01 : Paramètres physicochimique selon l'OMS et le journal officiel algérien.

(OMS (2006), journal de la république algérienne (2014))

Paramètres	Selon l'OMS	Selon le journal Officiel	Unité
PH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	µs/c
Conductivité	2800	2800	°F
Dureté totale	50	100 - 500	Mg/l
Calcium	/	200	Mg/l
Magnésium	/	150	Mg/l
Sodium	200	200	Mg/l
Potassium	250	12	Mg/l
Sulfates	200	400	Mg/l
Chlorures	250	500	Mg/l
Nitrates	50	50	Mg/l
Nitrites	0.1	0.1	Mg/l
Ammonium	0.5	0.5	Mg/l
Phosphates	5	5	Mg/l
Oxydabilité (KMnO4)	5	3	Mg/l
Oxygène dissout	Pas de valeur guide	Pas de valeur guide	Mg/l
Aluminium	0.2	0.2	Mg/l
Température	25	25	°C

7.3 Facteurs microbiologiques :

L'eau ne doit contenir aucuns microorganismes pathogènes, qui pourraient entrainer une contamination biologique et être la cause d'une épidémie. Le dénombrement bactérien consiste à la recherche des bactéries aérobies, c'est-à-dire celles qui pourraient se développer en présence d'oxygène (tableau 2).

Tableau 02 : Facteurs microbiologiques selon l'OMS et le journal officiel algérien.

(OMS (2006), et journal officiel de la république algérienne n°27 (2 juillet 2017))

Facteurs	Selon l'OMS	Selon le journal algérien
<i>Escherichia coli</i>	/	0/ 250 ml
<i>Entérocoques</i>	/	0/250 ml
<i>Spores anaérobies sulfito-réductrices</i>	/	0/250 ml
<i>Coliformes totaux</i>	0/100 ml	0/250 ml
<i>Pseudomonas aëruginea</i>	/	0/250 ml

8. Les maladies d'origine hydrique :

Les maladies d'origine hydrique englobent le choléra, la typhoïde, le shigellose, la polio, la méningite et l'hépatite A et B. Les êtres humains et les animaux peuvent être les hôtes des bactéries, des virus et des protozoaires qui causent ces maladies.

Les maladies diarrhéiques, qui sont les principales maladies d'origine hydrique, sont prévalentes dans de nombreux pays où l'épuration des eaux usées est insuffisante [18] .

Généralement transmises à l'Homme par voie digestive liée à la consommation d'eau ou d'aliments contaminés [19] (tableau.3).

Tableau 03 : Les bactéries pathogènes responsables de maladies d'origine hydrique.

Bactéries	Pathologie
<i>Salmonella</i>	Fièvre typhoïde et diarrhée
<i>Shigella</i>	Diarrhée.
<i>Campylobacter</i>	Diarrhée (cause première des intoxications alimentaires)
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Diarrhée.
<i>Escherichia coli</i>	Diarrhée risque de complications (urémie hémolytique) chez les enfants
<i>Legionella pneumophila</i>	Pneumonie et autres infection respiratoire
<i>Vibrio</i>	Cholera, gastro-entérite, infection cutanée

CHAPITRE II :

MATERIEL ET METHODES

II. Matériel et méthodes :

1. Présentation de la région d'étude :

1.1. Présentation de la wilaya de Boumerdes

1.1.1. Situation géographique

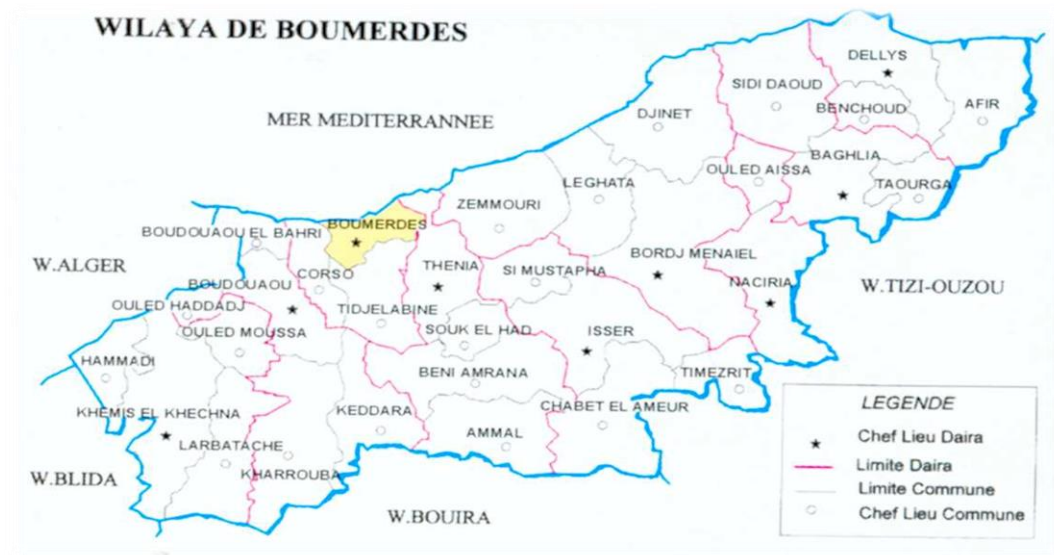


Figure 2 : Situation géographique de la wilaya de Boumerdes

La wilaya de Boumerdes est une wilaya côtière du centre du pays créée suite à la promulgation de la loi n°84-09 du 04 Février 1984 relative au découpage territorial administratif ; elle s'étend sur une superficie de 1 456,16 Km² et sa façade maritime est longue de 100 Km. Son chef-lieu de wilaya n'est distant que de 35 Km de l'Aéroport International d'Alger Houari Boumediene [22].

Limites géographiques : La wilaya de Boumerdes est limitée au nord, par la mer Méditerranée au sud, par la wilaya de Bouira, à l'ouest, par les wilayas d'Alger et Bouira, à l'est, par la wilaya de Tizi Ouzou [22].

1.1.2. Climat de Boumerdes :

La wilaya de Boumerdes est caractérisée par un climat méditerranéen dont les hivers sont froids et humides et les étés chauds et secs. La pluviométrie est irrégulière et varie entre 500 et 1 300 mm/an. La région de Dellys est plus arrosée que le reste de la wilaya avec une pluviométrie moyenne égale à 900 mm/an. Les amplitudes thermiques annuelles sont en général faibles. La température moyenne est de 18° près de la côte et de 25° à l'intérieur du territoire de la wilaya [20].

1.1.3. Ressources en eau de la wilaya de Boumerdes :

La wilaya est reconnue comme l'une des régions les plus arrosées au niveau national du fait qu'elle reçoit annuellement un volume pluviométrique compris entre 500mm et 1200mm par an [21].

Les eaux souterraines sont constituées par des nappes profondes et superficielles dont le volume est de 93hm³. Bien entendu, les eaux superficielles constituent une ressource non négligeable [21]

Tableau 04 : Potentiel hydrique de la wilaya de Boumerdes (DHW Boumerdes 2010)

Wilaya par an	Ressource mobilisée en m3	Eau superficiel le en m3	Eau souterraine en m3	Eau non conventionnelle en m3	Affectation m3	
					AEP & Industrie	Agriculture
Boumerdes	23 949 952	3 660 000	8 653 530	5 400 000	74 130 000	2 850 952

1.2. Présentation de la commune de Boumerdes :

Boumerdès est une ville côtière du centre d'Algérie, située en Basse Kabylie d'une superficie de 1 456,16 km² avec 100 km de profil littoral allant du cap de Boudouaou El Bahri à l'ouest, à la limite orientale de la commune de Afir.

Boumerdès est située à 45 km à l'est de la capitale Alger, à 52 km à l'ouest de Tizi Ouzou, à 25 km au nord de Bouira [21].



Figure 3 : Les limites géographiques de la commune de Boumerdes

La commune est composée de deux agglomérations principales, la ville de Boumerdès (chef-lieu) et l'agglomération d'El Karma (anciennement Le Figuier) au pied du Djebel Bou Arous et deux agglomérations secondaires, Aliliguia et Ouled Abdelkrim. [21].

- **Hydrographie :**

La commune de Boumerdes est caractérisée par un réseau hydrographique dense, comprenant deux principaux oueds : Oued de Boumerdes et Oued Corso. Ces cours d'eau se déversent directement dans la mer. Ces deux oueds présentent de nombreuses ramifications dont les plus importantes sont : Oued Tatareg , Oued Safsaf , Oued Bourhédia [22] .

1.3. Présentation de la commune de Naciria :

- **Situation et limites géographiques :**

La commune de Naciria est située à l'extrême est de la wilaya de Boumerdes. Elle est entourée par plusieurs communes : au nord par Baghlia, au nord-est par Ouled Aïssa, à l'est par Tadmaït, au sud-est par Aït Yahia Moussa, au sud-ouest par Timezrit, et à l'ouest par Bordj Menaïel [22].



Figure 4 : localisation de la commune de Naciria dans la wilaya de Boumerdes.

La commune de Naciria regroupe plusieurs villages : Ait Slimane, Imaghninene, Iouariachene, Ihemmadene, Boumraou, Tala Allal, Afir, Azib Zamoum, Bouaasam, Taazivt, Ihassamen, El Karia.... [22]

1.4. La présentation de la commune de Thénia :

- **Situation et limites géographiques :**



Figure 5 : localisation de la commune Thénia de dans la wilaya de Boumerdes.

Thénia est le chef-lieu de la daïra du même nom, qui est composée de 4 communes : Thénia, Souk El Had, Béni Amrane et Ammal. Bordée au nord par la mer Méditerranée, Thénia est entourée géographiquement par Zemmouri au nord-est, Si-Mustapha à l'est, Souk El Had au sud-est, Beni Amrane au sud, Bouzegza Keddara au sud-ouest, Tidjelabine à l'ouest et Boumerdès au nord-ouest.

La commune de Thénia comprend plusieurs hameaux répartis comme suit : au sud de la vallée se trouvent Soumâa (Thala Oufella), Mraldène (Mrabtène), Tabrahimt, Gueddara, Mehrène, Baloule (Tbabkha) et Merchicha. Au nord de la vallée, on trouve Béni-Arab, Boukhanfar, Ouled-Ali, Tala-Maâli, Ouled-Bouhmed (situé de l'autre côté du versant qui limite la commune de Zemmouri), et Draa-Ben-Hadhoum (au pied du Djebel Bouarous, du côté de la mer, près de la plage Skhirat, à la limite de la commune du Figuier) [21].

- **Hydrographie :**

La région des Béni Aïcha autour de Thénia est parcourue par 5 cours d'eau appelés Oueds, l'Oued Corso, l'Oued Boufroun, l'Oued Boumerdès, l'Oued Bourdine (ou Oued Mraldène), l'Oued Arbia et l'Oued Isser [21].

2. L'objectif de travail :

L'objectif de cette analyse bactériologique de l'eau de source est d'évaluer la qualité microbiologique de l'eau afin de déterminer la présence et la concentration de bactéries pathogènes ou indicateurs de contamination fécale. Cette analyse permet de s'assurer que l'eau de source est sûre pour la consommation humaine et qu'elle ne présente pas de risques pour la santé publique. En détectant la présence de bactéries nocives, l'analyse bactériologique contribue à la surveillance de la qualité de l'eau et à la mise en place de mesures appropriées pour protéger la santé des consommateurs. Les résultats de l'analyse peuvent également servir de base pour prendre des décisions en matière de traitement de l'eau.

Les bactéries recherchées sont :

- Les coliformes totaux, coliformes fécaux comme *Escherichia coli*
- Les streptocoques totaux et fécaux
- Germes anaérobies sulfite-réducteurs
- Germes aérobies totaux

Cette étude comprend des analyses physico-chimiques afin de caractériser l'environnement de ces sources d'eau et d'identifier les paramètres qui déterminent sa qualité, tels que la conductivité, la température, les anions tels que le chlorure.

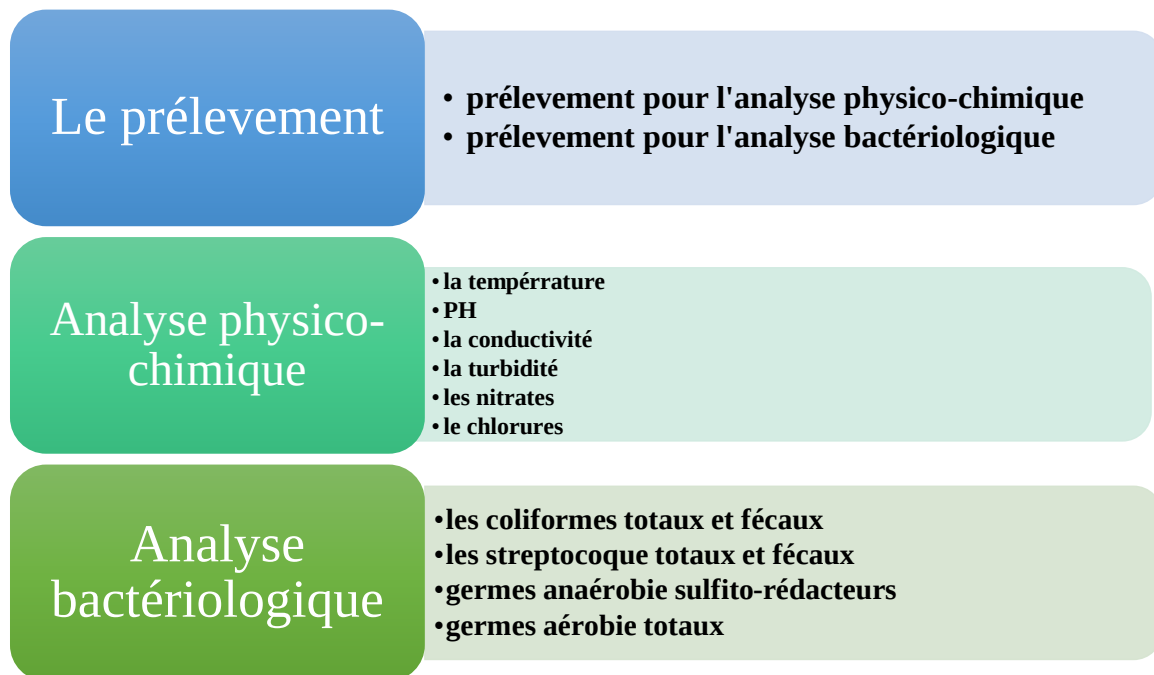


Figure 6 : Illustration du déroulement de la partie expérimentale

3. Le prélèvement :

Le prélèvement est effectué dans 3 sources d'eau dans différentes régions de la wilaya de Boumerdès : commune de Naciria (source IFRI), Thénia (source HLM), Boumerdès (AIN TOUTIA).

3.1. Préparation des flacons :

➤ Pour l'analyse bactériologique :

Des flacons en verre de 250 ml ont été stérilisés puis étiquetés avant d'être utilisés au moment de l'échantillonnage.

➤ Pour l'analyse physicochimique :

Prélèvement d'un échantillon représentatif 1 litre d'eau de source des bouteilles flacons en plastique de 1L stériles.

3.2. Prélèvement de l'échantillon :

Se rendre sur le site de prélèvement de l'eau de source et s'assurer d'utiliser des gants jetables stériles pour éviter toute contamination.

Ouvrez délicatement le flacon stérile en évitant de toucher l'intérieur de son ouverture.

Placez le flacon sous la source d'eau de façon à ce qu'il se remplisse directement, sans entrer en contact avec des surfaces extérieures. Évitez également tout contact du flacon avec le fond ou les parois du point de prélèvement pour éviter toute contamination. Laissez l'eau de source couler dans le flacon en verre jusqu'à ce qu'il atteigne sa capacité maximale de 250 ml, sans dépasser cette quantité pour éviter les débordements lors de la fermeture. Une fois le flacon rempli, refermez-le soigneusement avec son couvercle hermétique, en vous assurant qu'il est bien ajusté pour prévenir les fuites et la contamination de l'échantillon. Sur l'étiquette du flacon, inscrivez les informations importantes telles que la date, l'heure et le lieu de prélèvement, ainsi qu'un numéro d'identification unique pour faciliter la traçabilité. N'oubliez pas d'indiquer le site du prélèvement, le lieu et la nature de l'échantillon, la date, l'heure et la durée du prélèvement, ainsi que toute information concernant une éventuelle technique de conservation de l'échantillon.

3.3. Stockage et transport :

Le transport adéquat des échantillons d'eau de source pour une analyse bactériologique est crucial pour garantir la fiabilité des résultats. Les étapes suivantes doivent être respectées lors du transport des échantillons.

Tout d'abord, il est essentiel d'utiliser des contenants de transport appropriés, tels que des flacons en plastique dur ou en verre résistant, qui sont étanches et résistants aux fuites.

Avant de les placer dans les contenants de transport, il faut s'assurer que les échantillons sont correctement scellés pour éviter toute contamination ou fuite. Pour maintenir la température appropriée 2°C et 8°C en utilisant une glacière.

Protégez les échantillons contre les chocs et les vibrations en utilisant un emballage de protection supplémentaire. Étiquetez clairement chaque contenant avec les informations pertinentes.

4. Analyse physicochimique :

4.1. La température :

La température est le paramètre le plus important dans les analyses de l'eau. Elle a une influence directe sur le comportement de différentes substances contenues dans l'eau et à une grande influence sur l'activité biologique [23].

La température de l'eau dépend des échanges thermiques avec l'air ambiant et du rayonnement solaire, influence des paramètres comme l'oxygénation, la conductivité, la solubilité de différentes substances, etc.... La température de l'eau joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau. Elle est le facteur le plus apprécié pour une eau destinée à la consommation humaine, et aussi dans l'augmentation de l'activité chimique bactérienne et de l'évaporation des eaux. Elle varie en fonction de la température extérieure (l'air), des saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol [24][25].

Détermination de la température :

Elle est mesurée par un thermomètre.

4.2. Le potentiel hydrique (PH) :

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acidité carbonique, et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates [26].

Mode opératoire :

- Allumer le pH mètre ;
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée et l'essuyer avec un mouchoir jetable ;
- Plonger l'électrode dans la solution à mesurer ;
- Attendre la stabilisation de la mesure pour faire la lecture ;
- Rincer à nouveau l'électrode avec l'eau distillée et l'essuyer avec un mouchoir jetable pour réaliser la mesure suivante.

4.3. La conductivité électrique :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. L'unité de mesure de la Généralités sur l'eau 25 conductivité est siemens/cm (s/cm): $1\text{ S /m} = 104\mu\text{S/cm} = 103\text{ S/m}$. La minéralisation de l'eau (teneur globale en espèces minérales) peut entraîner selon les cas, un gout salé (variable 6 selon la nature des sels présents), une concentration de la corrosion, et les dépôts dans les tuyauteries (entartrage) [27].

- Détermination de la conductivité électrique :

La conductivité électrique a été mesurée avec un conductimètre de type Sension+ EC7-HACH

Mode opératoire

- Etalonner le conductimètre avec des solutions de chlorure de potassium (KCL) ;
- On plonge l'électrode dans l'échantillon à environ 6 à 8cm de la surface ;
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée après chaque mesure de l'eau ;
- Faire la lecture après stabilisation du conductimètre, on note la valeur enregistrée ;
- Faire la lecture de la salinité en appuyant sur le bouton NaCl de l'appareil ;
- Les résultats sont exprimés en $\mu\text{S/cm}$.

4.4. La turbidité :

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité de l'eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses ou organique, micro-organismes...), étant souvent lié à des phénomènes pluviométriques dans les eaux superficielles et dans certaines eaux souterraines (nappes peu profondes). La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre. Et sont exprimées en unités et correspondent à une mesure optique de passage de lumière. D'autres unités comparables Sont employées, l'unité néphélométrique de turbidité ou NTU[27].

Mode opératoire

- Une cuvette de mesure propre est remplie avec l'échantillon à analyser, bien homogénéisée et la mesure est effectuée rapidement. Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.
- La valeur est obtenue directement en NTU.

4.5. Nitrates (NO₃⁻)

Nitrate La mesure de nitrate a été effectuée selon une méthode automatique en utilisant le test en cuve LCK339 et un photomètre model DR5000 de la marque HACH. Le photomètre identifie le teste en cuve à partir de son code barre (IBR+).

Mode opératoire

- Ajouter 1 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 0.2 ml de réactif A.
- Agiter et attendre pendant 15 min.
- Passer au spectrophotomètre.
- Les résultats sont exprimés en mg/l.

4.6. Chlorure :

Les chlorures présents dans l'eau potable proviennent des eaux usées et des effluents industriels. La principale source d'exposition humaine au chlorure est l'ajout de sels aux aliments. L'apport de cette source est généralement supérieur à celui de l'eau de boisson.

Les concentrations excessives de chlorure augmentent les taux de corrosion des métaux dans le système de distribution, cela peut conduire à une augmentation des concentrations de métaux dans les systèmes d'alimentation en eau potable [28].

Mode opératoire :

- Remplir la burette à l'aide de la solution (Ag⁺ ; NO₃⁻) de concentration C₂= 0,1mol/L.
- Prélever un volume V₁=50mL d'eau dans un erlenmeyer de 100mL.
- Ajouter environ entre 5 et 10 gouttes de solution de chromate de potassium.
- Lancer l'agitation magnétique puis ajoutez progressivement le nitrate d'argent dans l'erlenmeyer.
- L'équivalence est atteinte lorsque la coloration rouge brique persiste.
- Notez alors le volume d'ions argent ajouté à l'équivalence.

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \longrightarrow C_1 = (C_2 V_2) / V_1 \text{ (mol/l)}$$

Masse molaire de Cl⁻ : 35,5 g/mol

(C₁ x 35,5 x 1000) pour avoir les résultats en **mg/l**

5. Analyses bactériologiques :

5.1. Recherche des coliformes totaux et fécaux :

Mode opératoire défini la recherche et dénombrement des organismes coliformes, des organismes coliformes thermotolérant et des *E. coli*

On a un test **présomptif** et un test **confirmatif**

➤ Test présomptif

- **Protocole :**

On prépare 3 séries de 3 tubes chacun contenant 9 ml de BPCL, munis de cloches de Durham. Chacun des 3 tubes de la première série reçoit 1 ml de la dilution 10^{-1} . Les tubes de la deuxième et troisième série reçoivent respectivement 1 ml de la dilution 10^{-2} et 1ml de la dilution 10^{-3} .

Agiter pour homogénéiser, sans faire pénétrer l'air dans la cloche de Durham. L'ensemble des tubes ainsi préparés est incubé à 37°C Pendant 24 à 48 h.

- **Lecture :**

Les tubes considérés comme positifs présentent un trouble avec virage du violet au jaune et un dégagement de gaz dans la cloche.

Cette phase de la colimétrie se base sur la propriété commune des Coliformes à fermenter le lactose tout en produisant du gaz ; elle ne permet que de présumer de la présence des coliformes dans l'échantillon à analyser. De ce fait. L'application du test confirmatif s'impose.

➤ Test confirmatif

- **Protocole :**

À partir de chaque tube BCPL positif, ensemercer à la fois 2 à 3 gouttes dans un tube de milieu Schubert (ou EPEI) muni d'une cloche de Durham et 2 à 3 gouttes dans un tube BPCL.

Incuber à 44°C pendant 24h.

- **Lecture :** Formation d'anneau rouge à la surface des tubes du milieu Schubert (ou EPEI) après addition de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs témoignant de la production d'indole par *E. coli*, suite à la dégradation du Tryptophane grâce à la Tryptophanase.

Production de gaz dans les cloches des tubes de BCPL témoignant la présence des coliformes fécaux. Dans ce cas les tubes positifs doivent être repiqué sur milieu TSI et faire un test IMVIC pour l'identification des coliformes, ou bien en utilisant la galerie Api pour les Entérobactéries (Api 20 E).

- **Expression des résultats :**

Le nombre des coliformes totaux et coliformes fécaux par 100ml est obtenu en comptant le nombre des tubes positifs en se référant à la table de mac Grady selon la formule suivante :

$$N = \frac{NPP}{V_{\text{ensemencé}}} * Fd$$

- N : nombre de bactéries / 100ml
- V : volume ensemencé
- Fd : facteur de dilution
- NPP : le nombre le plus probable

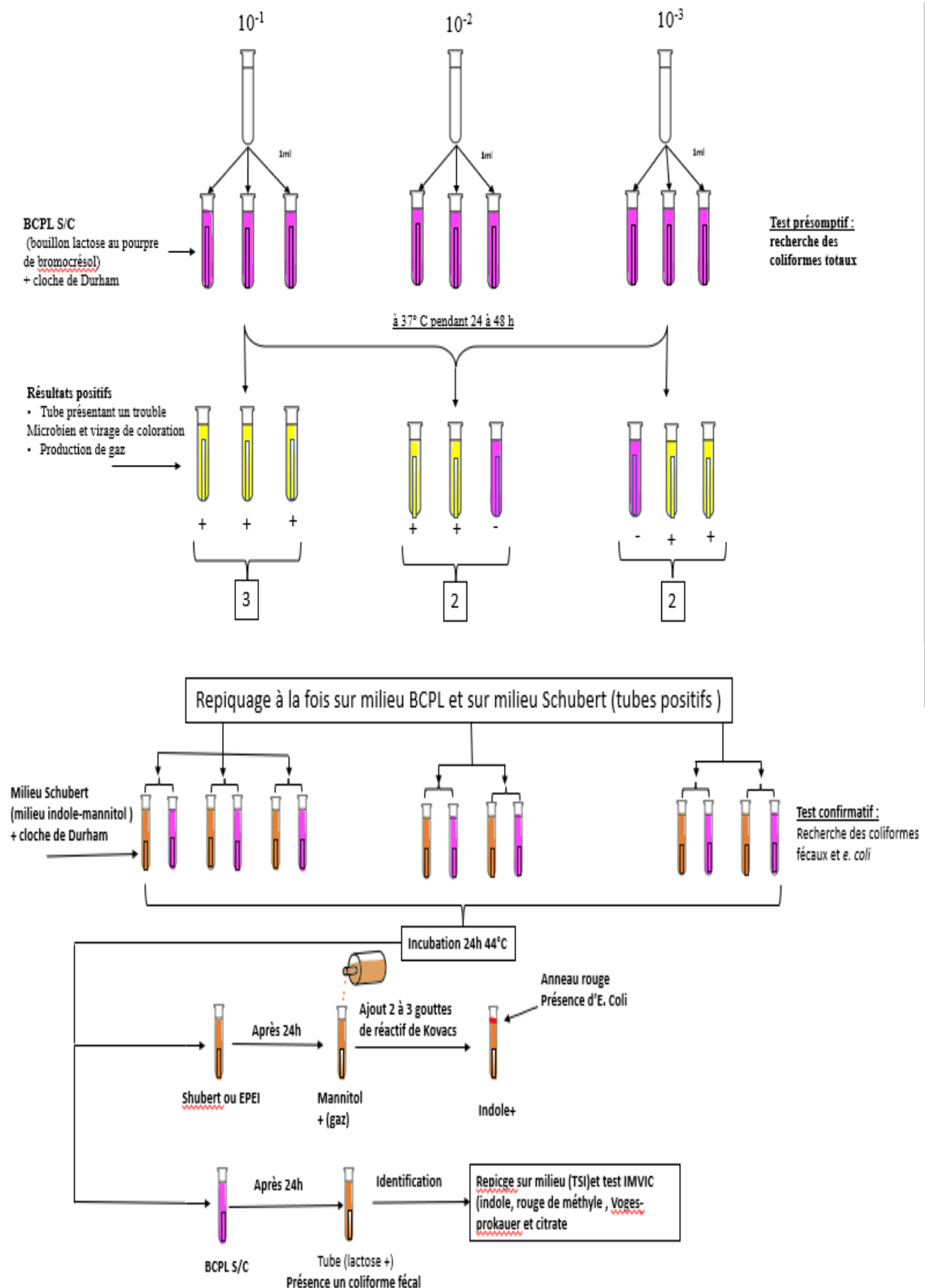


Figure 7 : Schéma de la procédure d'analyse bactériologique des coliformes fécaux et *E. coli*

5.2. Recherche des streptocoques totaux et fécaux :

Le principe se résume à la recherche et au dénombrement des streptocoques de groupe D en milieu liquide sur bouillon glucose à l'acide de sodium (Rothe) qui permet la croissance des streptocoques totaux. Le repiquage des tubes positifs se fait sur un milieu nettement inhibiteur avec une concentration plus élevée en acide de sodium et de cristaux violets (milieu Litsky), ne laissant se développer que les streptocoques du groupe D ou Entérocoques.

➤ Test présumé

- **Protocole :**

- 3 séries de 3 tubes ont été préparés chacun contenant 9ml de milieu Rothe simple concentration.

Chacun des 3 tubes de la première série reçoit 1ml de la dilution 10^{-3} . On réalise la même opération avec les 2 autres séries en ajoutant aux 3 premier 1ml de la dilution 10^{-4} et aux 3 autres 1ml de la dilution 10^{-5} .

- Agiter et incuber les tubes à 37°C pendant 24 à 48h.

Les tubes présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs.

➤ Test confirmatif :

- **Protocole :**

Les tubes Rothe trouvés positifs feront l'objet d'un repiquage dans les tubes contenant le milieu Litsky.

Homogénéiser et incuber à 37°C pendant 24h.

- **Lecture :** nous considérons comme positif les tubes dans lesquels il y a apparition d'un trouble microbien qui confirme la présence des streptocoques fécaux ; parfois, la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille blanchâtre ou violette de signification identique à celle du trouble

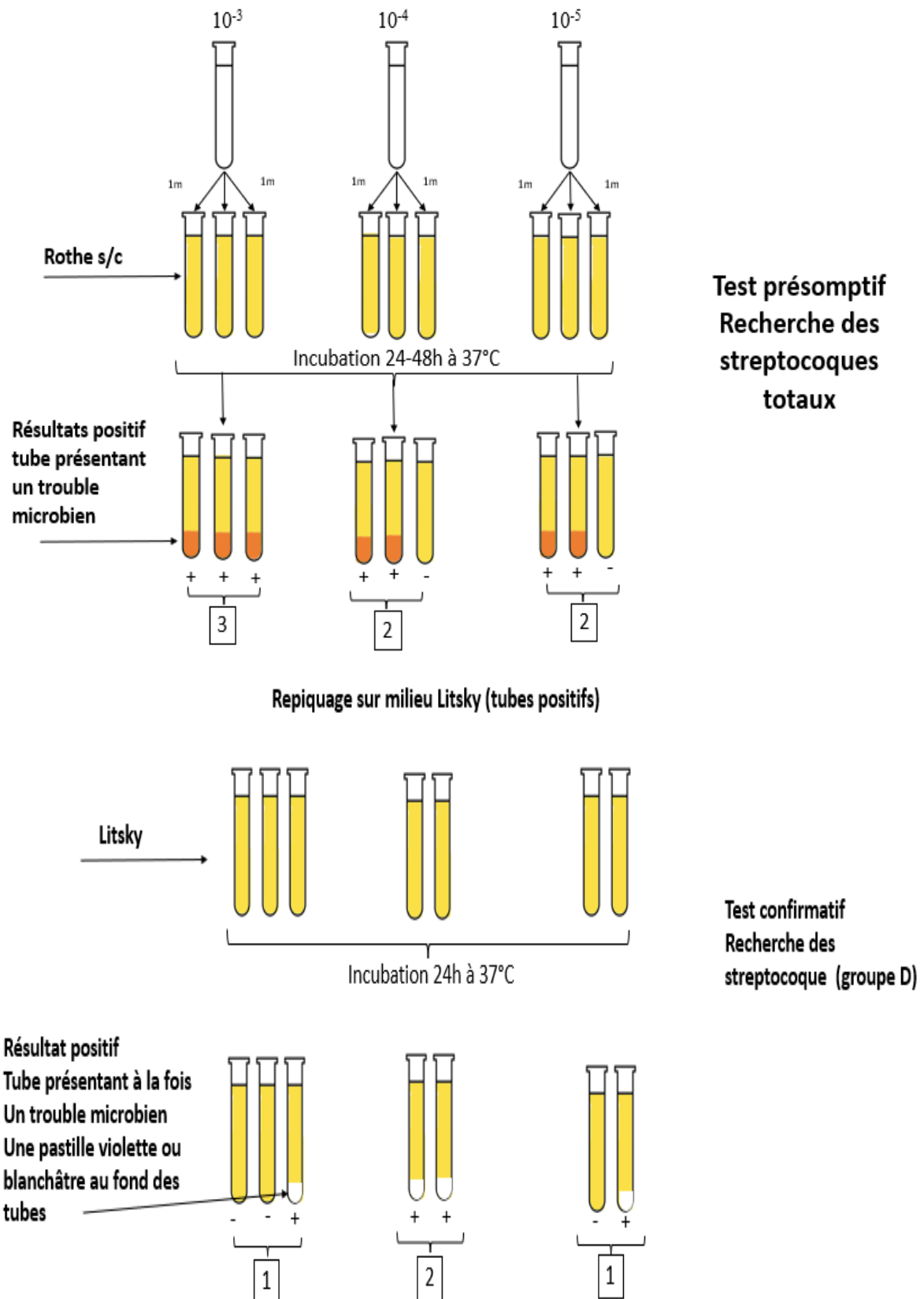


Figure 8 : Schéma de la procédure d'analyse bactériologique des streptocoques totaux et fécaux

5.3. Recherche des germes anaérobie sulfito-réducteurs

Les clostridiiums sulfito-réducteurs sont des germes anaérobies stricts. Sous formes de bâtonnet Sporulant d'origine tellurique et très résistant aux traitements de désinfection.

- **Principe :**

La recherche du clostridium sulfito-réducteur est basée sur la recherche des formes sporulées. Pour cela on détruit les formes végétatives par un chauffage à 80°C puis on refroidit rapidement. L'échantillon est incorporé à un milieu VF (viande foie) fondu additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer.

Le milieu viande foie est principalement utilisé en tube profond pour la détermination du type respiratoire des microorganismes, mais aussi pour la culture de germes anaérobie stricts tels que les *clostridiiums*.

- **Protocole :**

- Un chauffage de la dilution mère est réalisé à 80°C pendant 10min, refroidissement rapide : il permet de sélectionner les formes sporulées.
- Incorporé 25ml de la dilution mère réchauffée à un milieu viande foie, fondu puis additionné 1ml de sulfite de sodium à 10% et 4 gouttes d'alun de fer 5%.
- Incubation à 37°C pendant 24 à 48h

- **Lecture :**

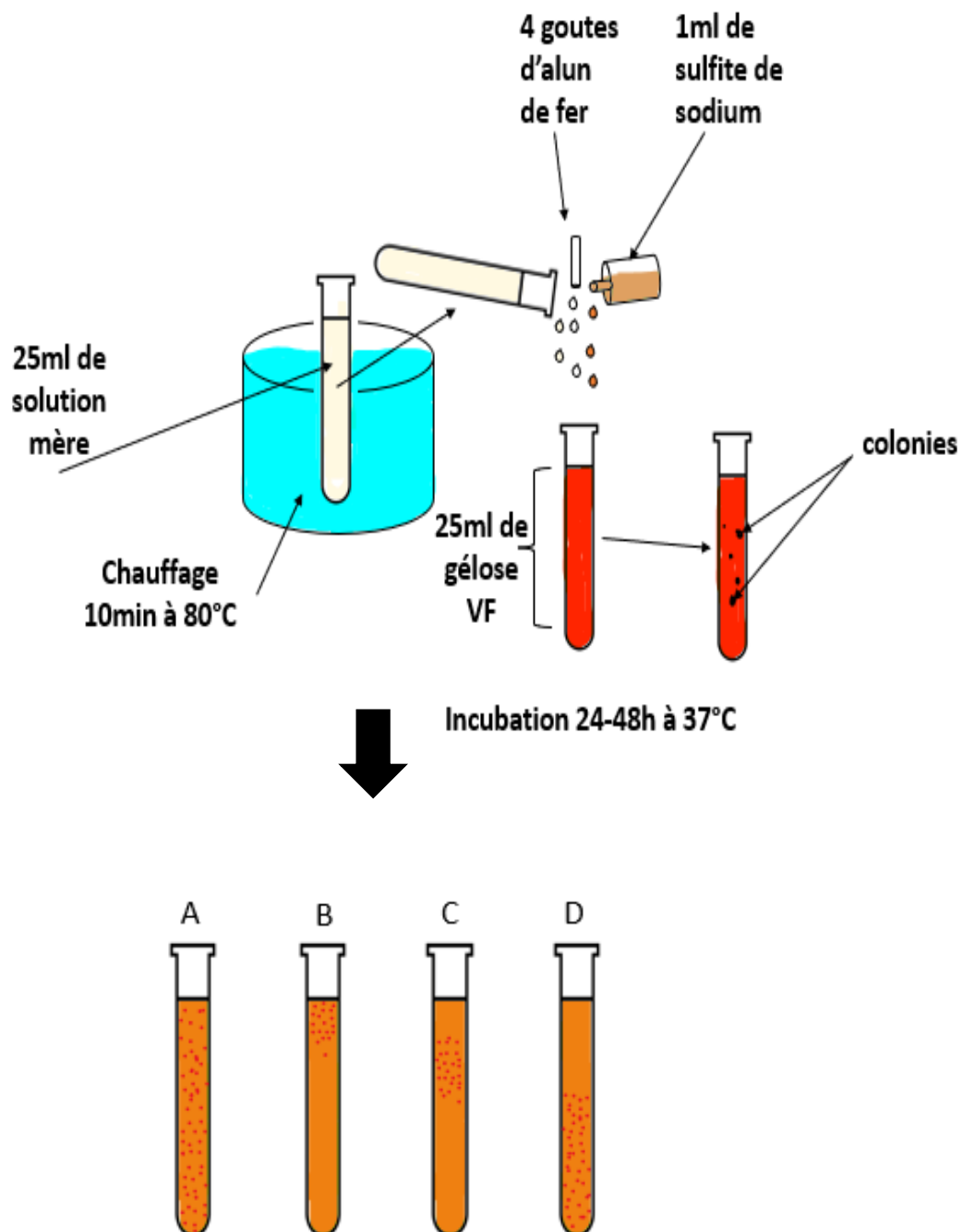
Les spores apparaissent sous forme de grains de café dans la masse de gélose.

Les colonies noires sont comptées comme susceptibles de pouvoir de bactéries anaérobies sporulées sulfito-réductrices.

1^{re} lecture au bout de 24h puis une 2^{eme} lecture au bout de 48h

- **Le calcule :**

On calcule le nombre de spores pour 100 ml d'eau donc calcule dur 4 tubes de 25 ml (25x4)



A: culture sur toute la hauteur : aéro-anaérobie

B: culture seulement en haut : aérobie stricte

C: culture limitée entre 0,5 et 1,5cm du haut : micro-aérophile

D: culture seulement 1cm au dessous du haut : anaérobie stricte

Figure 9 : Schéma de la procédure d'analyse bactériologique des germes anaérobies sulfite-réducteurs

5.4. Recherche et dénombrement des germes aérobies totaux :

- **Principe**

Cette méthode consiste en une estimation du nombre total des germes dans l'eau.

L'ensemencement se fait par incorporation dans un milieu gélosé non sélectif (TGEA) et la lecture est réalisée après incubation à 22°C pour les germes saprophytes et à 37°C pour les germes pathogènes.

- **Mode opératoire**

- A partir de l'eau à analyser (SM= 1) et/ou des dilutions décimales 10^{-1} et 10^{-2} , porter aseptiquement 1 ml en double dans deux boîtes de Pétri vides.
- Compléter ensuite avec environ 19 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à 45 +2°C. Le temps qui s'écoule entre le moment où l'on a distribué l'inoculum dans la boîte et celui où le milieu est coulé ne doit excéder 15 minutes.
- Faire ensuite des mouvements circulaires et des va-et-vient en forme de «8 » pour permettre de se mélanger à la gélose, sur une surface fraîche et horizontale. Laisser solidifier les boîtes sur pailleasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose, cette deuxième couche à un rôle protecteur contre les contaminations externes diverses.
- Les boîtes seront partagées en deux séries distinctes :
 - La première série sera incubée à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 68 ± 4 heures,
 - La deuxième série sera incubée à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 44 ± 4 heures.

- **Lecture et interprétation**

Les colonies de microorganismes revivifiables apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes.

- Retenir les boîtes contenant moins de 300 colonies, au niveau de deux dilutions successives. Il faut qu'une boîte referme au moins 15 colonies.
- Calculer en suite la valeur du nombre N, de microorganismes revivifiables à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ à part et celle du nombre N de microorganismes revivifiables à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ à part, en tant que moyenne pondérée, à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \frac{\Sigma c}{1,1 \times d}$$

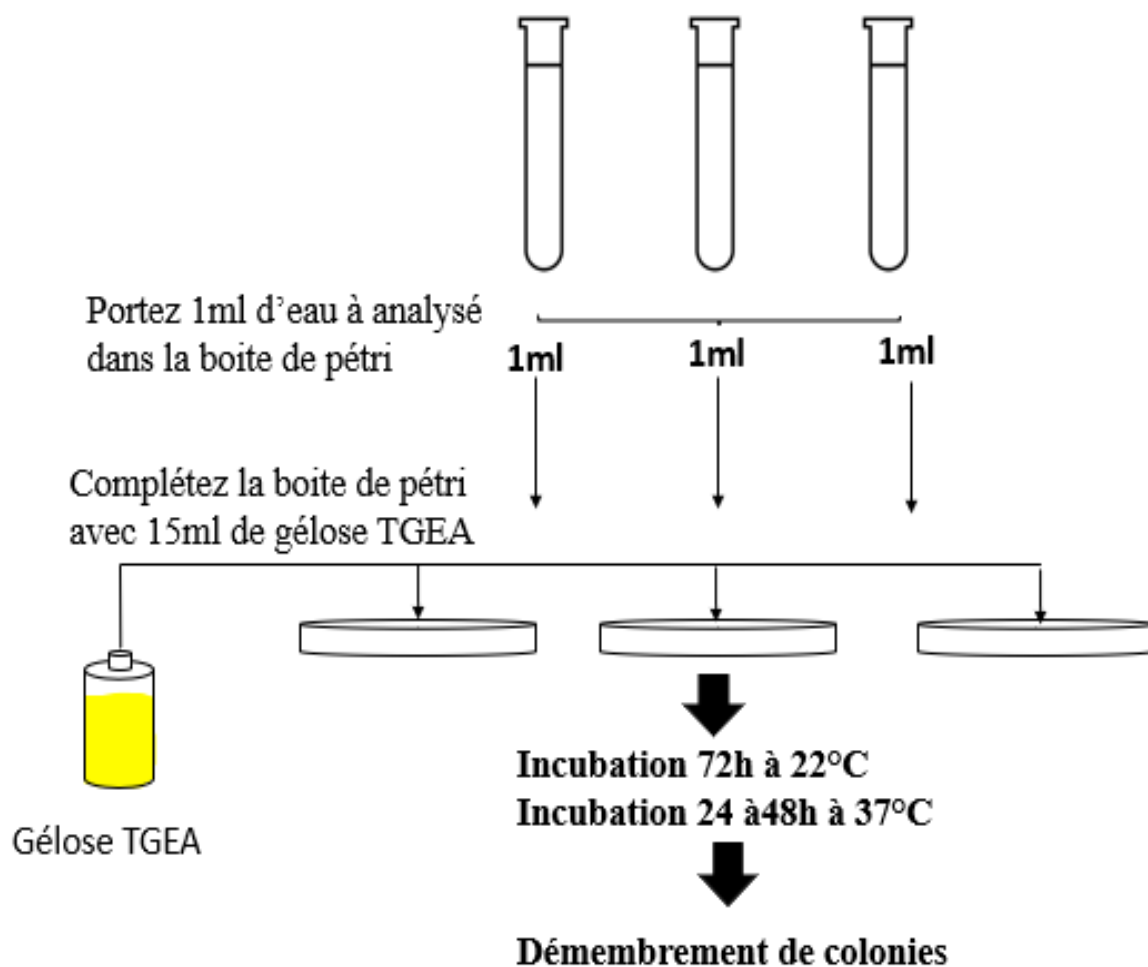


Figure 10 : recherche et dénombrement des germes totaux

CHAPITRE III :
RESULTATS ET DISCUSSION

III. Résultats et discussion :

1. Résultats des analyses physico chimiques :

L'évaluation de la qualité des eaux de source étudiées sur (IFRI ; AIN TOUTIYA ; HLM) à travers les paramètres physico-chimiques suivante : La température(T), le pH, la conductivité électrique (CE), la turbidité, les nitrate (NO_3^-), chlorure (Cl^-).

Les résultats des paramètres physico-chimiques présentes en dessous sont les suivants :

1.1. Température ($^{\circ}\text{C}$) :

Dans la région d'étude La température des eaux des différentes sources étudiées varie en moyennes entre $20,2^{\circ}\text{C}$; et 22°C . Les résultats de la température de l'eau varient selon les mois . Les valeurs maximales qui atteignent 22°C , enregistrées au niveau de Ain Toutia. Ces valeurs obtenues durant la période de moi de juin, on voit que les valeurs de température sont dans les normes Algérienne (JORA 2006) pour l'eau de source.

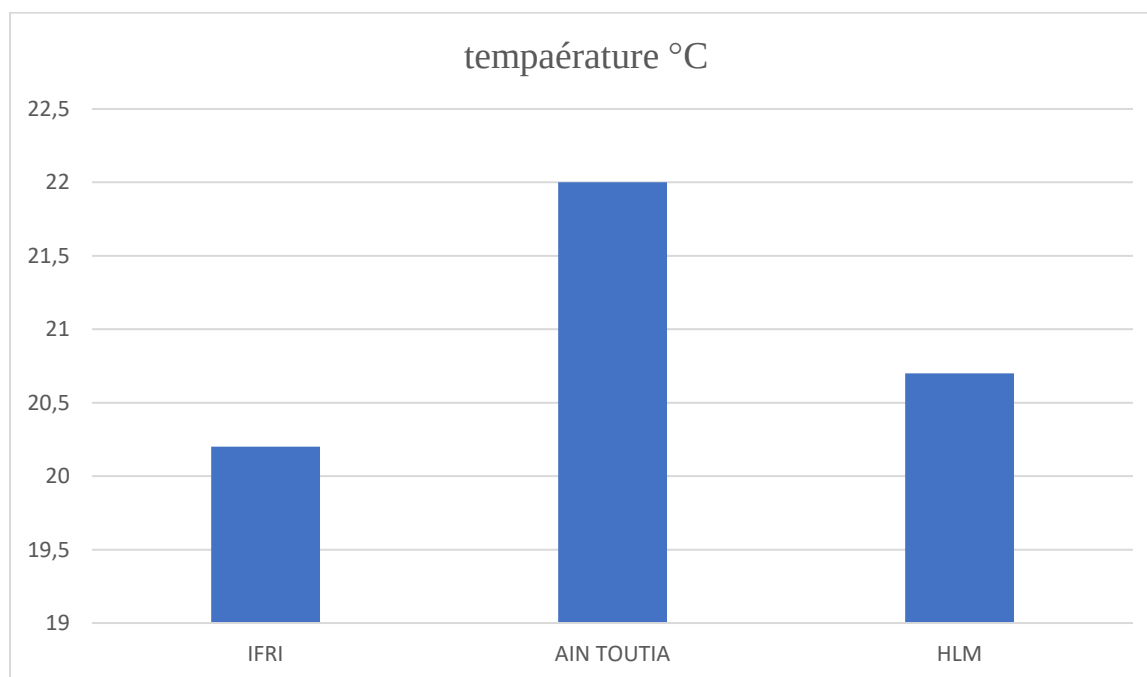


Figure 11 : température des eaux de source prélevées

1.2. PH :

Le ph des eaux naturelles donne une indication sur l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Du point de vue sanitaire, un pH élevé peut provoquer un problème de corrosion alors qu'un pH faible peut modifier le gout de l'eau. La figure nous montre que le pH varie entre 7,03 et 7,3, ces valeurs révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans toutes les sources d'eaux analysées.

Ces résultats sont conformes avec les normes algériennes précisent comme niveau guide du pH est de 6,5 à 8,5(JORA, 2006).

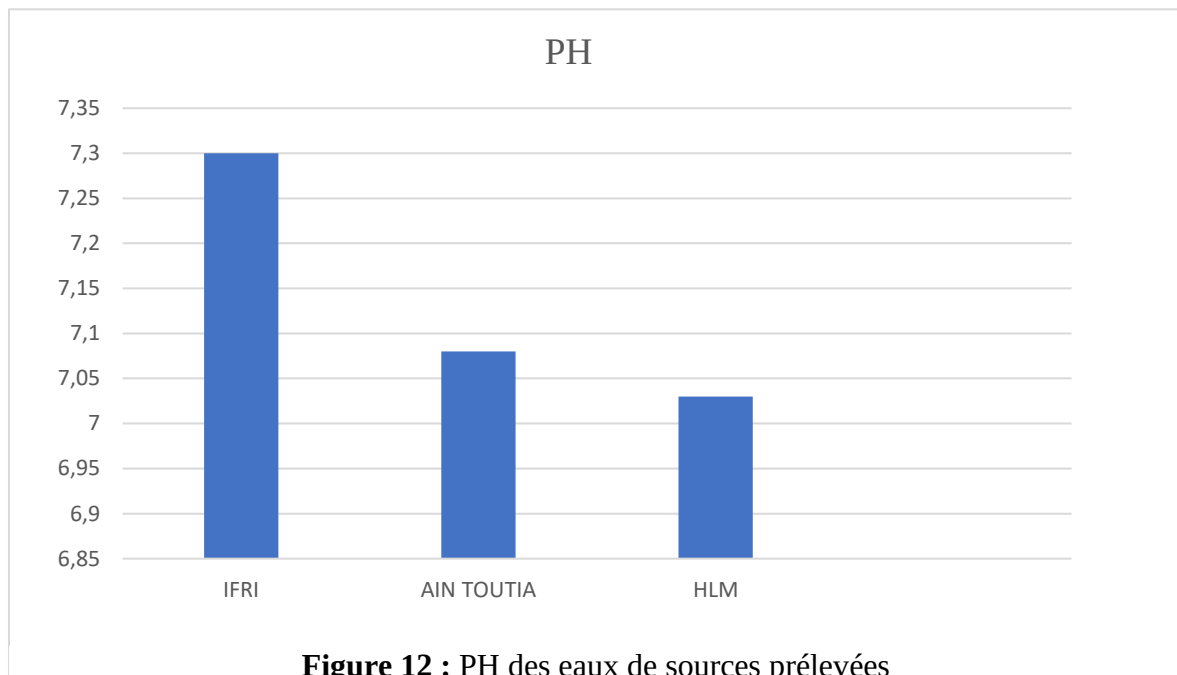


Figure 12 : PH des eaux de sources prélevées

1.3. Conductivité :

Les eaux analysées présentent une conductivité électrique qui varie de 763 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ à 1164 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ comme indiqué dans la Figure.

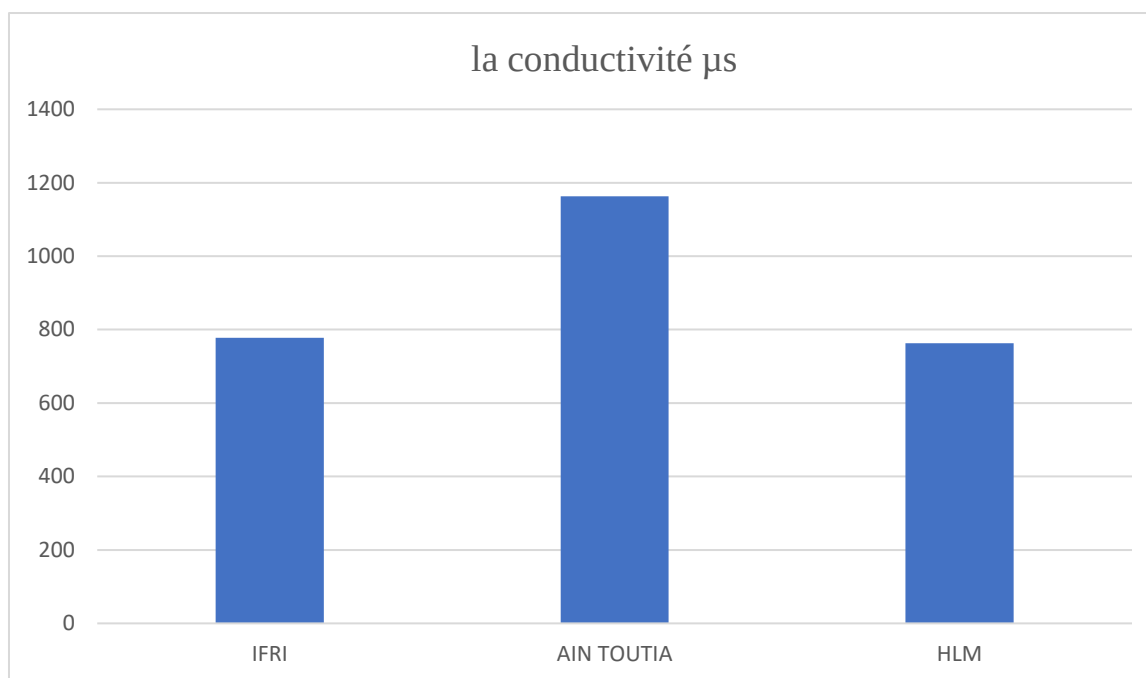


Figure 13 : la conductivité des eaux de sources prélevées

On remarque selon la figure 13 que toutes les valeurs sont inférieures à la norme du JORA (2006), toutes les valeurs ne dépassent pas la norme algérienne de potabilité fixée à 2280 µs.cm1.

1.4. Turbidité :

La turbidité d'une eau est causée par la présence des matières en suspension ou par des substances en solution, des matières organiques . Les normes algérienne (JORA2006), recommandent comme valeur limites de turbidité : 2 NTU.

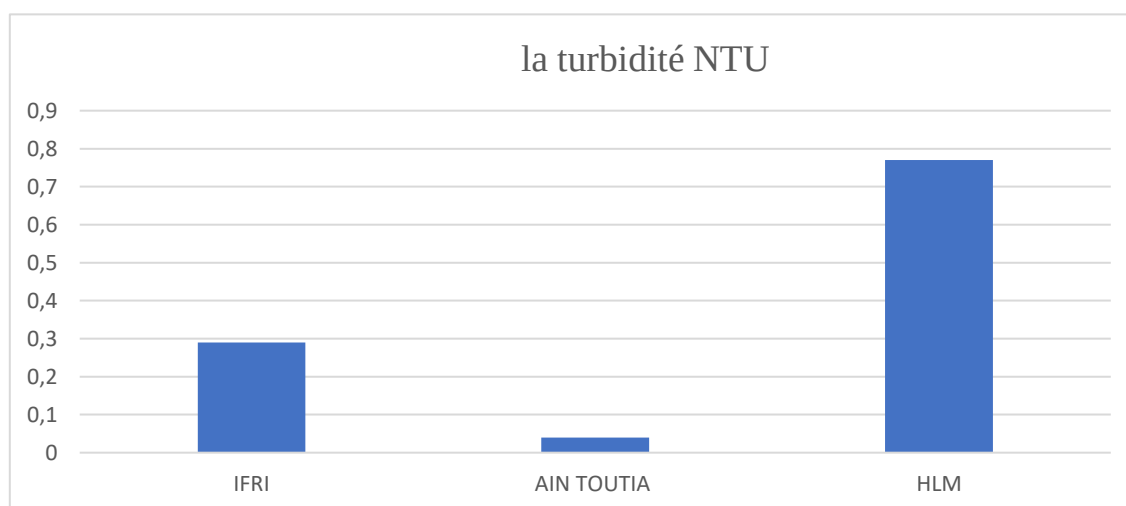


Figure 14 : la turbidité des eaux de sources prélevées

Dans notre cas les valeurs enregistrées par le turbidimètre sont en dessous de la norme.

1.5. Chlorures :

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liés principalement à la nature des terrains traversés. Ces concentrations sont conformes à la norme de 500 mg/l établie par les normes Algériennes (JORA 2006).

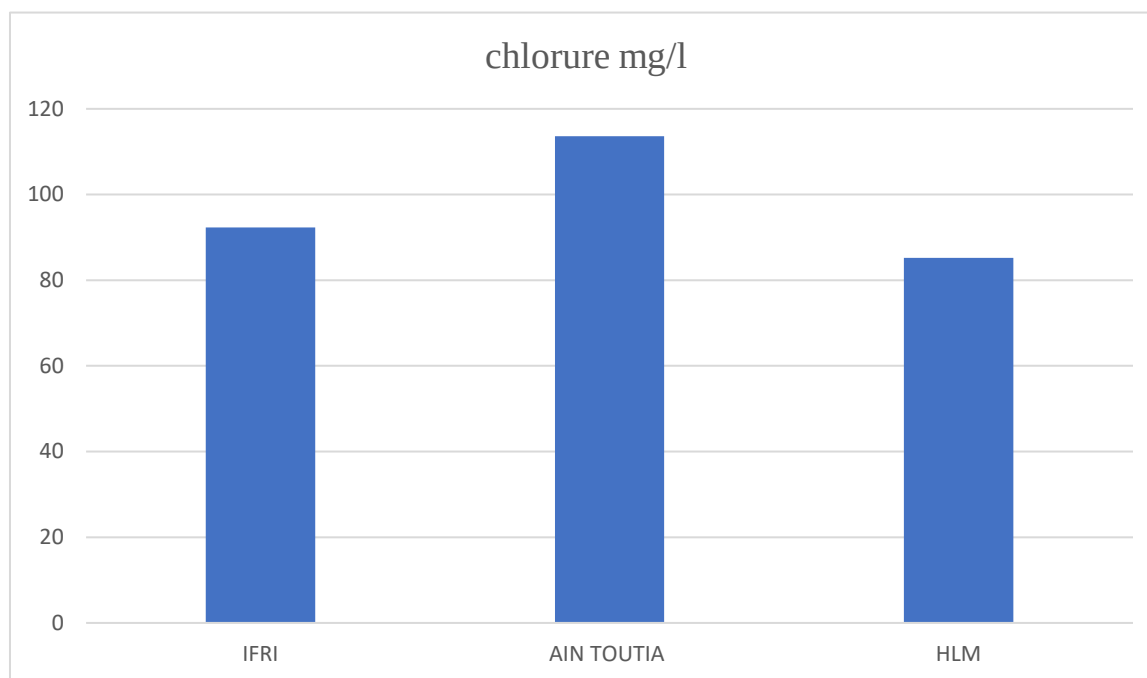


Figure 15 : concentration des chlorure des eaux de sources prélevées

1.6. Les nitrates :

L'histogramme des teneurs en nitrates (voir figure 15) montre qu'il y a une variation de ces teneurs entre 1,03 mg/l et 39,2 mg/l pour les trois sources d'eaux et qui restent inférieures à la valeur admissible par les normes Algériennes (50mg/l) (JORA, 2006). De ce fait, les eaux étudiées ne sont pas sujette à un risque de pollution par les nitrates.

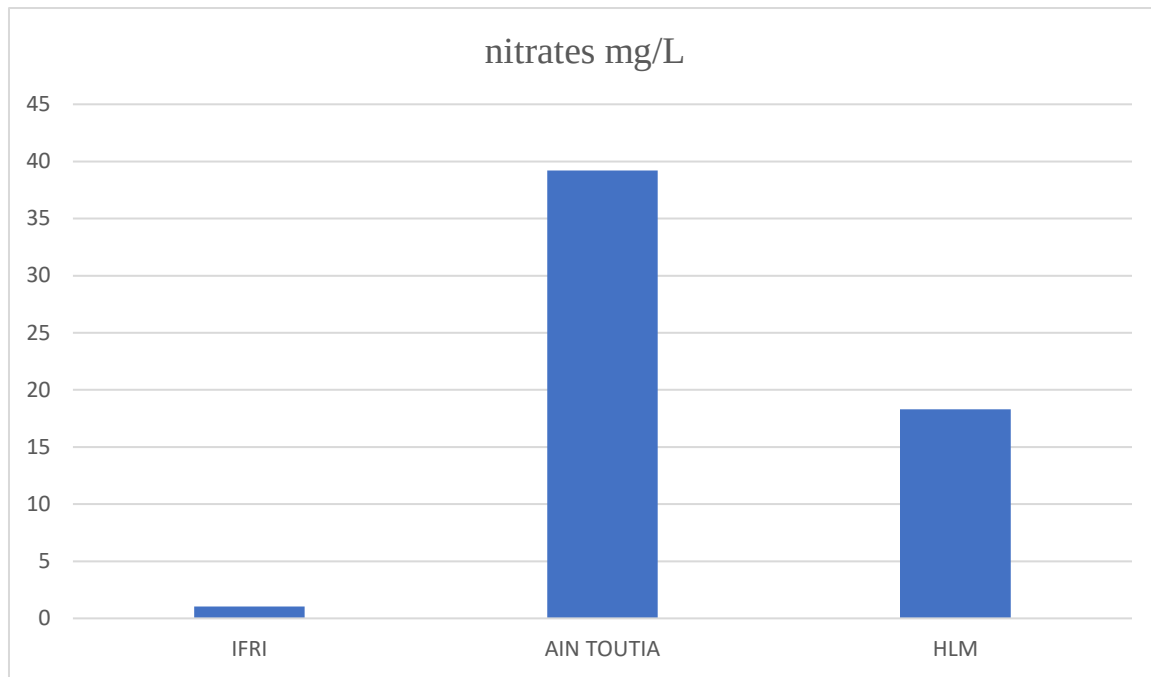


Figure 16 : concentration des nitrates des eaux de sources prélevées

2. Les analyses bactériologiques :

2.1. Les coliformes totaux et fécaux :

L'analyse bactériologique a été réalisée sur des échantillons d'eau prélevés à trois sources distinctes : Naciria (IFRI), Boumerdes (AIN TOUTIA) et Thénia (HLM). L'objectif était de déterminer la présence de coliformes totaux et fécaux dans ces sources d'eau. Les résultats obtenus ont révélé une absence totale de coliformes dans toutes les sources, l'absence de coliformes dans 100 ml d'eau analysée aucun changement de couleur et pas de formation de gaz après l'incubation.

Selon la norme algérienne N° 02/AC-002, les limites microbiologiques pour les coliformes totaux et fécaux dans les eaux de source sont les suivantes :

- Coliformes totaux : la norme exige l'absence de coliformes dans un échantillon de 100 ml d'eau.
- Coliformes fécaux : la norme exige également l'absence de coliformes fécaux dans un échantillon de 100 ml d'eau.

La présence de coliformes dans l'eau est souvent considérée comme un indicateur de contamination fécale et peut être associée à la présence potentielle de pathogènes nocifs pour la santé humaine. La détection de coliformes totaux indique la présence de bactéries

appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*, tandis que la présence de coliformes fécaux suggère une contamination spécifique par des matières fécales animales ou humaines.



Figure 17 : le résultat après l'incubation des tubes de BCPL s/c (source de Naciria IFRI)

Tableau 5 : résultats des tests de coliformes pour les 3 sources.

Sources	Dilutions	Tube 1	Tube 2	Tube 3
Naciria (IFRI)	10^{-1}	Abs	Abs	Abs
	10^{-2}	Abs	Abs	Abs
	10^{-3}	Abs	Abs	Abs
Thénia (HLM)	10^{-1}	Abs	Abs	Abs
	10^{-2}	Abs	Abs	Abs
	10^{-3}	Abs	Abs	Abs
Boumerdes (AIN TOUTIA)	10^{-1}	Abs	Abs	Abs
	10^{-2}	Abs	Abs	Abs
	10^{-3}	Abs	Abs	Abs

Selon le tableau on remarque qu'il n'existe pas de tube positif, cela indique qu'aucune bactérie n'a été détectée dans les échantillons testés.

Les résultats de l'analyse bactériologique des échantillons d'eau prélevés dans les sources de Naciria (IFRI), Boumerdes (AIN TOUTIA) et Thénia (HLM) ont révélé une absence totale de coliformes. Ces résultats indiquent une qualité bactériologique satisfaisante de ces sources d'eau, ce qui est encourageant en termes de sécurité sanitaire.

Dans ce cas, la valeur de NPP pour cette dilution serait également zéro, car le nombre de tubes positifs est utilisé pour trouver cette valeur dans la table de MacGrady.

En utilisant la formule $N = \text{NPP} / (V \times \text{Fd})$, si le NPP est égal à zéro, le nombre de bactéries par 100 ml d'échantillon (N) serait également égal à zéro, quelles que soient les valeurs de volumeensemencé (V) et de facteur de dilution (Fd).

2.2. Les streptocoques totaux et fécaux :

L'analyse bactériologique des échantillons d'eau provenant de trois sources différentes, à savoir Naciria (IFRI), Boumerdes (AIN TOUTIA) et Thénia (HLM), a été réalisée afin de déterminer la présence de streptocoques totaux et fécaux. Les résultats obtenus ont révélé une absence totale des streptocoques totaux dans 100 ml d'eau analysée des trois sources, indiquant une bonne qualité bactériologique de l'eau échantillonnée en utilisant la méthode qualitative de colimétrie.

Les streptocoques sont des bactéries présentes dans l'environnement et peuvent être indicatifs d'une contamination fécale. La présence de streptocoques fécaux est particulièrement préoccupante car elle peut être associée à la présence de matières fécales animales ou humaines, potentiellement porteuses de pathogènes nuisibles pour la santé humaine.

Les résultats négatifs obtenus dans cette analyse indiquent donc une absence totale de contamination bactérienne fécale dans les trois sources d'eau étudiées.



Figure 18 : résultat après l'incubation dans le milieu Rothe s/c (source de Naciria IFRI)

Tableau 6 : résultats des tests des streptocoques totaux et fécaux pour les 3 sources.

Sources	Dilutions	Tube 1	Tube 2	Tube 3
Naciria (IFRI)	10^{-1}	Abs	Abs	Abs
	10^{-2}	Abs	Abs	Abs
	10^{-3}	Abs	Abs	Abs
Thénia (HLM)	10^{-1}	Abs	Abs	Abs
	10^{-2}	Abs	Abs	Abs
	10^{-3}	Abs	Abs	Abs
Boumerdes (AIN TOUTIA)	10^{-1}	Abs	Abs	Abs
	10^{-2}	Abs	Abs	Abs
	10^{-3}	Abs	Abs	Abs

Selon le tableau on remarque qu'il n'existe pas de tube positif, cela indique qu'aucune bactérie n'a été détectée dans les échantillons testés.

L'absence de streptocoques totaux et fécaux dans l'eau des 3 sources est généralement souhaitable, car cela signifie que cette eau est moins susceptible de causer des problèmes de santé liés à une contamination microbiologique.

2.3. Clostridium sulfito-réducteur

Les résultats pour le teste du Clostridium sulfito-réducteur dans les 3 source était les mêmes, absence dans les enchantions analysés donc les résultats étaient négatifs.



Figure 19 : résultat après l'incubation dans le milieu viande foie
(Source IFRI)

Tableau 7 : résultats de recherche du Clostridium sulfito-réducteur dans les 3 sources d'eau

Sources	Tube 1	Tube 2	Tube 3	Tube 4
Naciria IFRI	Abs	Abs	Abs	Abs
Thénia HLM	Abs	Abs	Abs	Abs
Boumerdes AIN TOUTIA	Abs	Abs	Abs	Abs

Sur la base des résultats de l'analyse du Clostridium sulfito-réducteur dans l'eau de source dans les 3 sources, tous les résultats étaient négatifs, cela suggère que les échantillons d'eau de source testés ne contenaient pas cette bactérie anaérobie spécifique.

Les résultats de l'analyse indiquent une absence de Clostridium sulfito-réducteur dans les échantillons d'eau analysés. Cette absence est un indicateur positif de la qualité bactériologique de l'eau étudiée.

2.4. Les germes aérobie totaux :

Tableau 8 : résultats de recherche des germes aérobies totaux dans les 3 sources d'eau.

Germes aérobies totaux	Boumerdes AIN TOUTIA	Thénia HLM	Naciria IFRI	Norme algérienne
22°C	203 ufc/ml	79 ufc/ml	92 ufc/ml	100ufc/ml
37°C	ABS	ABS	ABS	10ufc/ml

Les germes à 22°C : pour la source de Naciria et Thénia on remarque que les valeurs obtenues ne dépassent pas la norme algérienne alors que la source de Boumerdes la valeur obtenue dépasse la norme algérienne.

Les germes à 37°C : on remarque une absence totale de ces germes dans toutes les sources ce qui est satisfaisant.

Conclusion

L'eau est essentielle pour la vie, cependant elle peut être aussi une source de maladie, il est impératif de bénéficier d'une attention particulière. En effet, l'eau destinée à la consommation humaine ne doit contenir ni substances chimiques dangereuses, ni germes nocifs pour la santé.

Cette étude est axée sur la potabilité des eaux des sources de la wilaya de Boumerdes notamment les trois sources dans la première ce trouve à Boumerdes la deuxième à Ténia et la troisième à Naciria et très souvent popularisés les sources, cette étude permis une évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique.

Du point de vue physico-chimique nous avons tirés comme conclusion que les trois sources d'eaux ne possédant pas une altération chimique, cela se réfère à la norme Algérienne et les normes de l'OMS. Nous avons permis de conclure qu'il n'y a pas une contamination dans les sources étudiées selon se manifeste par des teneurs qui ne dépassant pas les normes Algériennes et Européennes de potabilité.

Du point de vue microbiologique, les paramètres bactériologiques mesurés au niveau des eaux des sources, on constate une dégradation de la qualité de l'eau particulièrement pour la source de Boumerdes. Pour les sources de Thénia et Naciria sont conformes aux normes algériennes, donc les eaux sont de bonne qualité bactériologique.

La comparaison de la contamination bactériologique de ces sources avec les normes algériennes, montre que celle-ci reste dans les limites au niveau des Coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteur pour les trois sources, alors que les germes totaux sont présents avec une concentration qui dépassent la norme Algérienne pour la source de Boumerdes AIN TOUTIYA.

Nos perspectives vont vers le dosage d'autres paramètres tels les métaux lourds pour compléter le diagnostic sur le plan physico-chimique, un suivie de la qualité des eaux dès la source jusqu'au produit final sera une ébauche importante pour mieux comprendre les points où la contamination a été menée.

Afin d'éviter tout risque sanitaire lors de la consommation de ces eaux et pour une meilleure maîtrise de cette pollution, il faut :

- Faire un suivi périodique des sources.
- Protéger les sources.
- Bon entretien et nettoyage des réservoirs de stockage et des réseaux de distribution.

Références bibliographiques

- [1]:DIOP C., 2006. étude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar,
- [2] :John P. et Donald A. 2010. Microbiologique. 3ème Edition, 1216 p.
- [3] : Benbouzid., H et Fares. KH., 2017 : « Analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau de source dans la localité de (ABDELMELEKRAMDANE) ». Mémoire de master II en biologie, Université Abdelhamid IBNBADIS-Mostaganem., p 3.
- [4]: Aouissi.A ,Houhamdi. M., 2014 « Contribution a l'étude de la qualité de l'eau de quelques sources et puits dans les communes de BELKHEIR et BOUMAHRA Ahmed (Wilaya de Guelma, Nord-est Algérien) ». Université 8 Mai 1945 Guelma (Algérie), p12
- [5] : Encyclopédie. (2006). L'eau. Edition. Encarta.
- [6] : Lassoued.K , Touhami .N., (2008). Contribution à l'étude de la Qualité microbiologique de l'eau du Barrage de Hammam Debagh. Mémoire diplôme d'ingénieure. Université 8 Mai45. Guelma. 20, 21, 44 p.
- [7] : Guerd.H,Mesghouni.A.,(2007). Performance de la station de dessalement des eaux dans la région d'El-Oued. Mémoire de fin d'étude : Supérieures en Biologie : Université Kasdi Merbah-Ouargla, 67p.
- [8] : Chelli.L, DjouhrI.N., (2013), Analyse des eaux de réseau de la ville de Bejaia et évaluation et leur entartrant, mémoire de Master, université de Bejaia.
- [9] : Degremont. Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome 2005.
- [10] : Boeglin Jean-Claude. (2001) Propriétés des eaux naturelles. Dossier N° G1110. Environnement Technologies de l'eau. Technique de l'ingénieur.
- [11] : Virginie, Luc, Hydrogéologue hydrochimiste, Ingénieure de Recherche, Géosciences, Rennes, p. 112.
- [12] : Aouissi.L,Merabti . W., 2019. Eau : Étude Physico-chimique et Bactériologique Et Développement d'un Système de Traitement (membrane à Base de Charbon Actif), Mémoire de projet fin d'études, génie des procédés ; Université 8 Mai 1945 Guelma.
- [13] : Lallogo.H .,(1992). Concentration de certains métaux d'importance médicale dans les poisons : cas des poisons de la lagune de Lomé. Mémoire de Technicien Supérieur en Génie Sanitaire (EAM), UL, p : 36.

- [14] : Djemmal.S.,(2008-2009), Les Ressources en Eau et L'environnement, l'effet de la sebkha sur la qualité des eaux Souterraines dans la partie sud -est de Sétif Cas du Guidjal, Université de Constantine, Algérie.
- [13]: OMS, (2003), Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva. Switzerland.
- [15] : Tuffery. G., (1980). Éléments de gestion écosanitaire des étangs. La pisciculture en étang : actes du Congrès sur la Pisciculture en Étang. Arbonne-la-Forêt, France, 373p
- [16] : Bouziani.M., (2000). L'eau de la pénurie aux maladies. Edition Ibn-Khaldoun. Oran, p:247.
- [17] : Dégrément. « Mémento technique de l'eau », Première édition, (1952).
- [18] : Savadogo.M ; Boubkeir.Y., 2016 Mémoire de Master, Isolement et Etude de quelques Entérobactéries pathogènes dans les eaux usées d'Oued Boumerzoug à Constantine.
- [19] : Abdessamad.D .,2005 L'eau matière stratégique et enjeu de sécurité au 21ème siècle Université Paris 10 - DEA Sciences Politiques .
- [20] : DPSB : Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires.
- [21] : DHW BOUMERDES., 2010 : Direction d'hydraulique de la wilaya, potentiel hydrique global de la wilaya de Boumerdes, Document interne non publié.
- [22] : « [Wilaya de Boumerdes : répartition de la population résidente des ménages ordinaires et collectifs, selon la commune de résidence et la dispersion](#) » [archive]. Données du recensement général de la population et de l'habitat de 2008 sur le site de l'[ONS](#)
- [23] : Roux. D., (1987). Office International de L'eau : L'analyse biologique de l'eau. TEC et DOC. Paris. 229 p
- [24]:Gregorio.C et Pierre-Marie.B., (2007). Traitement et épuration des eaux industrielles polluées : Procédés, Presses université. Franche-Comté, 356 p.
- [25]:Rodier. J., (1996). Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires. 8ème édition, Paris, Dunod, 1130 p.
- [26]:Makhoukh.M.,(2011) : Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya.(Maroc).p46.

[27]:Joel.G., (2003) : La qualité de l'eau potable, technique et responsabilités. Paris, France.p 65.

[28] : Tabet.S., 2008. Le changement climatique en Algérie orientale et ses conséquences sur la végétation forestière. Mémoire de Magistère en Ecologie végétale. Université Mentouri deConstantine.125p.

[29] : Farah A-K., 2014. Changement climatique ou variabilité climatique dans l'Est Algérien. Magistère en écologie et environnement. Université Constantine 1. 109p.

[30] : Bouhamadouche.M., (1993). «Sédimentologie du plateau continental Est-Algérois (Boumerdes-Boudouaou El Bahri)»; mémoire de magistère ;USTHB; Alger, 142p.

[31]: OMS, (2003), Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva. Switzerland.

Annexes

Annexe I :

- **Climat de l'Algérie :**

L'Algérie a un climat extra tropical méditerranéen tempéré dû à l'effet combiné de la mer, du relief et de l'altitude. Il se distingue par une longue période de sécheresse saisonnière allant de 3 à 4 mois le long de la côte, 5 à 6 mois dans les hautes plaines, et supérieure à 6 mois au l'atlas saharien. [29]

Comme dit précédemment, le climat du Nord algérien est de type méditerranéen ; ce climat peut être observé en Europe occidentale, où les phénomènes météorologiques ont leurs origines à l'extérieur (à des milliers de kilomètres), et en Californie, où le climat est causé par des facteurs liés à l'environnement local. A l'est de l'Algérie, comme en Californie, et contrairement à l'Europe occidentale, le climat est régi par la structure des flux en hauteur ; cependant, contrairement à la Californie, la structure des courants résulte de mécanismes à longue distance, soit sur l'Atlantique, soit en Méditerranée. [30]

- **Climat de Boumerdes :**

La wilaya de Boumerdes est caractérisée par un climat méditerranéen dont les hivers sont froids et humides et les étés chauds et secs. La pluviométrie est irrégulière et varie entre 500 et 1 300 mm/an. La région de Dellys est plus arrosée que le reste de la wilaya avec une pluviométrie moyenne égale à 900 mm/an. Les amplitudes thermiques annuelles sont en général faibles. La température moyenne est de 18° près de la côte et de 25° à l'intérieur du territoire de la wilaya. [20]

- **Température de l'air de la région de Boumerdes :**

Le climat de la région, typiquement continental, est caractérisé par un hiver froid avec des températures minimales au-dessous de 0°C et maximale de 16°C et un été relativement chaud avec des températures atteignant parfois jusqu'à 42°C.

- **Pluviométrie de la région de Boumerdes :**

Le niveau des précipitations atmosphériques est souvent faible et imprévisible. Elles surviennent principalement en hiver et au printemps, de novembre à avril. Les quantité de pluie varient de 250 à 400 mm /an dans le nord de la région, et ne dépassent pas 200 mm / an, avec quelques exceptions atteignant 700 mm.[31]

- **Relief de la région de Boumerdes :**

Le relief de la wilaya de Boumerdes se particularise par la juxtaposition d'ensembles physiques bien distincts [20] :

- Une partie de la plaine de la Mitidja orientale.
- La zone côtière d'Alger Est et les vallées des oueds Isser et Sebaou.
- La zone des collines de la chaîne côtière.
- La zone des piémonts.
- La zone montagneuse.

- **Population de la wilaya- année 2018 :**

La population de Boumerdes est de 801 068 habitants en 2018. La répartition de la population est homogène, néanmoins une nette concentration au niveau des agglomérations des chefs-lieux des communes est relevée. Les plus fortes densités sont observées au niveau des communes d'Ouled Heddj et de Boumerdes avec respectivement 4 183 Habitants/Km² et 2 812 habitants/Km². La plus faible densité est enregistrée à Ammal avec 174 habitants/Km². [20] [22]

Annexe II :

<i>3 tubes par dilution</i>					
Nombre caractéristique	Nombre de cellules	Nombre caractéristique	Nombre de cellules	Nombre caractéristique	Nombre de cellules
000	0.0	201	1.4	302	6.5
001	0.3	202	2.0	310	4.5
010	0.3	210	1.5	311	7.5
011	0.6	211	2.0	312	11.5
020	0.6	212	3.0	313	16.0
100	0.4	220	2.0	320	9.5
101	0.7	221	3.0	321	15.0
102	1.1	222	3.5	322	20.0
110	0.7	223	4.0	323	30.0
111	1.1	230	3.0	330	25.0
120	1.1	231	3.5	331	45.0
121	1.5	232	4.0	332	110.0
130	1.6	300	2.5	333	140.0
200	0.9	301	4.0		

Figure 1 : Tables de Mac Grady 3 tubes

Annexe III :

- Matériels d'analyses utilisés
- Matériels d'analyses physico-chimiques :



Figure 2 : Conductimètre



Figure 3 : Turbidimètre



Figure 4: Spectrophotomètre UV-Visible



Figure 5: PH mètre

- **Verrerie et autres matériels**
 - Burette
 - Thermomètre
 - Béchers
 - Agitateurs
 - Erlenmeyer
 - Flacons
- **Matériels d'analyses bactériologiques**



Figure 6: Etuve 22°C



Figure 7 : Etuve 37°C



Figure 8 : autoclave



Figure 9 : bain marie



Figure 10 : compteur de colonies

- **Verrerie et autre matériel**
 - Tubes à essais
 - Pipettes graduées stériles
 - Boîtes de pétri
 - Pincettes
 - Anse à boucle et anse à fil droit
 - Bec bunsen
 - Cloche de Durham
- **Milieux de culture utilisés :**



Figure 11 : milieu Rothe SC



Figure 12 : TGEA



Figure 12 : milieu BCPL SC



Figure 13 : milieu viande foie



Figure 14 : additifs Sulfite de sodium et Alun de fer

- **Composition des milieux de culture utiliser**

1. Gélose Tryptone-Glucose à extrait de levure (T.G.E.A)

Tryptone.....5g.
 Glucose.... 1g.
 Extrait de levure.....2,5g.
 Géllose.....16g.
 Eau distillée.....1000 ml.

PH = 7

Autoclave 20min à 120°C

2. Bouillon Lactosé Au Pourpre De Bromocrésol (B.C.P.L) à simple concentration

Peptone5g.
 Extrait de viande3g.
 Lactose5g.
 Pourpre de bromocrésol.....0,025g.
 Eau distillée1000ml.

PH= 6,9

Autoclave : 20min à 115°C

3. Bouillon Glucosé A L'azide De Sodium (Milieu Rothe) à simple concentration

Peptone.....	20g.
Glucose.....	5g.
Chlorure de sodium.....	5g.
Phosphate bipotassique.....	2,7g.
Phosphate monopotassique.....	2,7g.
Azide de sodium.....	0,2g.
Eau distillée.....	1000ml.
PH=7	
Autoclave : 20min à 115°C	

4. Gélose Viande-Foie (Gélose V.F)

Base de viande-foie.....	30g.
Glucose.....	2g.
Amidon.....	2g.
Agar.....	11g.
PH=7,6	
Autoclave 20min à 115°C	

A l'emploi, ajouter 20ml de milieu de base fondue

Sulfate de sodium à 5%.....	0,5ml.
Alun de fer ammoniacal.....	4 gouttes.

Annexe IV :

CARACTERISTIQUES	UNITE	CONCENTRATIONS
1. - Caractéristiques organoleptiques :		
Couleur	Mg/l de platine (en référence à l'échelle platine/cobalt)	au maximum 25
Odeur (seuil de perception à 25° C)	—	au maximum 4
Saveur (seuil de perception à 25° C)	—	au maximum 4
Turbidité	Unité JACKSON	au minimum 2
2. - Caractéristiques physico-chimiques liées à la structure naturelle de l'eau		
PH	Unité PH	6,5 à 8,5
Conductivité (à 20° C)	µs/ cm	au maximum 2.800
Dureté	Mg/l de Ca CO ₃	100 à 500
Chlorures	Mg/l (Cl)	200 à 500
Sulfates	Mg/l (SO ₄)	200 à 400
Calcium	Mg/l (Ca)	75 à 200
Magnésium	Mg/l (Mg)	150
Sodium	Mg/l (Na)	200
Potassium	Mg/l (K)	20
Aluminium total	Mg/l	0,2
Oxydabilité au permanganate de potassium	Mg/l en oxygène	au maximum 3
Résidus secs après dessiccation à 180° C	mg/l	1.500 à 2.000
3. - Caractéristiques concernant les substances indésirables		
Nitrates	Mg/l de NO ₃	au maximum 50
Nitrites	Mg/l de NO ₂	au maximum 0,1
Ammonium	Mg/l de NH ₄	au maximum 0,5
Azote Kjeldahl	Mg/l en N ⁽¹⁾	au maximum 1
Fluor	Mg/l de F	0,2 à 2
Hydrogène sulfuré		Ne doit pas être décelable organoleptiquement
Fer	Mg/l (Fe)	au maximum 0,3
Manganèse	Mg/l (Mn)	au maximum 0,5
Cuivre	Mg/l (Cu)	au maximum 1,5
Zinc	Mg/l (Zn)	au maximum 5
Argent	Mg/l (Ag)	au maximum 0,05
4. - Caractéristiques concernant les substances toxiques		
Arsenic	Mg/l (As)	0,05
Cadmium	Mg/l (Cd)	0,01
Cyanure	Mg/l (Cn)	0,05
Chrome total	Mg/l (Cr)	0,05
Mercur	Mg/l (Hg)	0,001
Plomb	Mg/l (Pb)	0,055
Sélénium	Mg/l (Se)	0,01
Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A) :		
* Pour le total des 6 substances suivantes :	µ g/l	0,2
Fluoranthène,		
Benzo (3,4) fluoranthène		
Benzo (1,12) fluoranthène		
Benzo ((3,4) pyrène		
Benzo (1,12) pérylène		
indeno (1,2,3 – cd) pyrène		
* Benzo (3,4) pyrène	µ g/l	0,01

(1) N de NO₃ et NO₂ exclus.

Figure 15 : CARACTERISTIQUES DE QUALITE DES EAUX DE SOURCE
[JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 27, 26 avril 2006]

Annex V : Résultats de recherche des germes aérobies totaux à 22°C



Figure 16 : résultats de recherche des germes totaux aérobie à 22°C dans l'échantillon de la source Boumerdes AIN TOUTIA



Figure 17 : résultats de recherche des germes totaux aérobie à 22°C dans l'échantillon de la source Ténia HLM

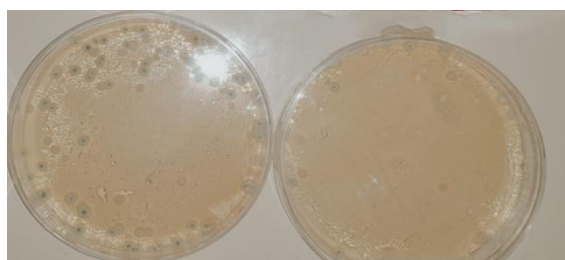


Figure 18 : résultats de recherche des germes totaux aérobie à 22°C dans l'échantillon de la source Naciria IFRI