

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -
Institut de Technologie



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أكلي محمد أولحاج
- البويرة -
معهد التكنولوجيا

Département de Génie de l'Eau

Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme
de Licence professionnelle en :
Hydraulique

Thème:

**Contribution à la détermination de la cause de
l'hépatite A par l'étude physico-chimique et
bactériologique des eaux souterraines de la
région de Ain Bessam (wilaya de Bouira)**

Réalisée par :

- Melle FOU DI Melissa
- Melle KAFI Hadil

Encadré par :

- Dr. REZIG Amina *Maitre de conférences Classe A (MCA)*

Soutenu devant le jury :

- Président du jury M^r Moulai Salah Eddine *Maitre Assistant (IT, Univ- Bouira)*
- Examinatrice M^{me} Sifoune Naima *Maitre Assistant (IT, Univ- Bouira)*

Année Universitaire : 2023/2024

Remerciements

Tout d'abord, nous exprimons nos sentiments de profonde gratitude au Dieu, car il nous a facilité la tâche et nous a aidés à surmonter tous les obstacles aux quels nous avons été confrontés durant la rédaction de ce travail.

On tient à exprimer toute notre reconnaissances à M^{me} REZIG Amina, que nous ne remercierons jamais assez d'avoir nos encadrées, et aussi pour sa disponibilité, son aide, ces précieux conseils, son écoute active, ainsi que sa patience et sa confiance tout au long de notre mémoire.

On adresse aussi nos remerciements à nos familles, pour leur soutien indéfectible et pour avoir toujours cru en nous. Leurs encouragements ont été notre motivation durant tout le parcours académique.

Un merci spécial à nos amies, pour leurs encouragements, leurs soutiens.

Nous souhaitons remercier aussi M' MOHAND AMAR Kouceila notre tuteur du stage pour leur aide au niveau du laboratoire et aussi pour les diverses informations qui avaient partagé avec nous pour arriver à préparer ce travail.

Nous tenons à remercier les membres du jury pour leur présence, leur lecteur attentif de notre mémoire. Leurs remarques et suggestions ont été précieuses qui permirent d'améliorer la qualité de travail.

Nous remercions l'ensemble des profs de département génie de l'eau de l'institut de technologie pour les connaissances qu'ils nous ont transmises durant nos années d'études.

Pour terminer, nous remercions toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce projet :

A ma chère mère

A mon cher père

Dont le mérite, les sacrifices et les qualités humaines m'ont permis de vivre ce jour. Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

*A mes sœurs et mes frères **Imane, Siham, Bilal et Ishak**, et leurs enfants **Ayoub, Mayar, Dania, Toub**a. Mes beaux frères **Mouhamed et Hassan**.*

*A ma chère cousine **Rania** et mon fiancé qui n'a pas cessée de me conseiller et encourager.*

*A toute **ma grande famille** pour tous les soutiens moraux tout au long de mes études.*

*A ma chère binôme **Milissa**. Et mes collègues **Hadjer, Chourouk et Ikram**.*

Hadil

Dédicaces

Je dédie ce projet :

A ma chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes cotés a toujours été ma source pour affronter les différents obstacles.

A mon cher père

Tu as toujours été à mes cotés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

*A mes sœurs **Chahinaze**, **Malak** et **Khaoula** et ma chère cousine **Litiçia**.*

*A toute **ma grande famille** pour tous les soutiens moraux tout au long de mes études.*

*A tous **mes amis** qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.*

*A ma chère binôme, **Hadil** pour sa entente et sa sympathie.*

Milissa

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicace

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Liste des Abréviations

Résumés

Introduction Générale01

Chapitre I : Présentation de l'entreprise d'accueil

I.1. Introduction.....	02
I.2. Présentation de l'Algérienne des Eaux	02
I.3. Structure organisationnelle de l'ADE.....	03
I.4. Missions de l'ADE	03
I.5. Présentation de l'entreprise d'accueil.....	04
I.6. Présentation du laboratoire central unité ADE Bouira.....	06
I.7. Structure du laboratoire.....	07
a. Salle bactériologique.....	07
b. Salle physico-chimique.....	07
c. Salle de lavage et de stérilisation.....	08
d. Salle de préparation et pesées des réactifs.....	08
I.8. Organigramme de laboratoire.....	09
I.9. Conclusion.....	10

Chapitre II : présentation de la zone d'étude

II.1. Introduction.....	11
II.2. Situation géographique.....	11
II.3. Situation climatique.....	12
II.3.1. Température.....	12
II.3.2. Précipitation.....	12
II.3.3. Vent.....	13
II.4. Situation administrative.....	13
II.5. Situation hydrologique.....	15

II.6. Conclusion.....	16
-----------------------	----

Chapitre III : Matériels et Méthodes

III.1. Introduction.....	17
III.2. Méthodes d'analyses physico-chimiques.....	17
III.2.1. Échantillonnage.....	17
A. Méthode de prélèvement.....	18
B. Transport des flacons.....	18
III.2.2. Matériel utilisé dans le service physico-chimique.....	19
III.2.3. Analyse chimique réduite (ACR).....	21
III.2.3.1. Paramètres physiques.....	21
a. Mesure de pH.....	21
b. Mesure de conductivité.....	22
c. Mesure de la température.....	23
d. Mesure de TDS.....	23
e. Mesure de la turbidité.....	23
III.2.3.2. Paramètres de pollution.....	24
a. Nitrites (NO ₂ ⁻).....	24
b. l'ammonium (NH ₄ ⁺).....	25
III.2.4. Analyse chimique complète (ACC).....	26
III.2.4.1. Paramètres spectrophotométrique.....	26
a. Dosage de Fer.....	26
b. Dosage de Sulfate (SO ₄ ⁻).....	27
c. Dosage de Nitrate (NO ₃ ⁻).....	28
III.2.4.2. Paramètres Volumétriques.....	29
a. Calcium (Ca ²⁺).....	29
b. Chlorure (Cl ⁻).....	30
c. Dureté (TH).....	31
d. Titre Alcalimétrique Complet(TAC).....	32
III.3. Méthodes d'analyses bactériologiques.....	33
III.3.1. Préparation et stérilisation des flacons.....	33
A. Préparation.....	34
B. Stérilisation.....	34
III.3.2. Échantillonnage.....	35

A. Méthode de prélèvement.....	35
B. Transport des flacons.....	37
III.3.3. Analyses bactériologiques.....	38
III.3.3.1. Matériel utilisé dans le service bactériologie.....	38
III.3.3.2. Les Analyses Bactériologiques complet (ABC).....	39
III.3.3.2.1. Recherche des Germes totaux.....	39
III.3.3.2.2. Recherche des coliformes totaux et Coliformes fécaux et les Escherichia coli	40
III.3.3.2.3. Recherche des Streptocoques fécaux.....	44
III.3.3.2.4. Recherche des Clostridium Sulfite-Réducteur.....	47
III.4. Maladies à transmissions hydriques.....	48
III.5. L'Hépatite A.....	50
III.5.1. Mode de transmission.....	50
III.5.2. Symptômes.....	51
III.5.3. Traitement.....	51
III.5.4. Prévention.....	52
III.6. Résultat obtenu	53
III.7. Nombre des cas des Malades.....	54
III.6. Conclusion.....	55

Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.1. Introduction.....	56
IV.2. Résultats d'analyses Physico-chimique et Bactériologique.....	56
IV.3. Présentation et interprétation des résultats des analyses.....	58
IV.3.1. Résultats Physico-chimiques.....	58
a. Température (T).....	58
b. pH.....	59
c. Conductivité.....	60
d. TDS.....	61
e. Turbidité.....	62
f. Chlore.....	63
g. Ammonium (NH ₄ ⁺).....	64
h. Les Nitrites (NO ₂ ⁻).....	65

IV.3.2. Résultats bactériologiques.....	66
a. Les Coliformes Totaux.....	66
b. Coliformes fécaux.....	67
c. Streptocoques fécaux.....	68
d. Escherichia coli.....	69
IV.4. Localisation des puits et les réservoirs contaminés.....	70
IV.5. Conclusion.....	73
Conclusion générale.....	74

Références bibliographiques.

Annexes.

Liste des figures

Figure I.1 : Logo L'Algérienne des Eaux(ADE).....	02
FigureI.2 : Structure organisationnelle de l'ADE.....	02
FigureI.3 : Algérienne des Eaux Unité de Bouira	04
FigureI.4: Localisation géographique de l'Algérienne des Eaux Unité de Bouira.....	04
FigureI.5: Schéma des communes gérées par l'Unité ADE de Bouira.....	05
FigureI.6: Situation administrative des centres de l'ADE de la wilaya de Bouira.....	05
FigureI.7: Localisation géographique de laboratoire centrale Unité de Bouira	06
FigureI.8: Salle d'analyses bactériologique de laboratoire unité ADE-Bouira.....	07
FigureI.9: Salle d'analyses physico-chimiques de laboratoire unité ADE-Bouira.....	07
FigureI.10: Salle de lavage et stérilisation de laboratoire unité ADE-Bouira.....	08
FigureI.11: Salle de préparation et pesées des réactifs de laboratoire unité ADE-Bouira	08
FigureI.12: Schéma de l'organisation hiérarchique de laboratoire	09
FigureII.1 : Carte de la situation géographique de Bouira.....	11
FigureII.2 : Carte des Daïras de la wilaya Bouira.....	15
Figure III.1: Glacière pour le transport des échantillons.....	18
FigureIII.2: pH-mètre.....	21
FigureIII.3: Conductimètre.....	22
FigureIII.4: Turbidimètr	23
FigureIII.5: Dosage des ions nitrite (NO_2^-).....	24
FigureIII.6: Dosage des ions d'ammonium (NH_4^+).....	25
FigureIII.7: Dosage des nitrates (NO_3^-).....	28
FigureIII.8: Résultat du titrage de calcium (Ca^{2+}).....	29
FigureIII.9: Résultat du titrage de chlorure (Cl^-).....	30
FigureIII.10: Résultat du TH avant et après le titrage.....	31
FigureIII.11: Résultat du TAC avant le titrage.....	32
FigureIII.12: L'opération de la stérilisation des flacons.....	34
FigureIII.13: Stérilisation du robinet.....	35
FigureIII.14: Matériels utilisés dans le prélèvement pour le service bactériologique...	35
FigureIII.15: DPD utilisé dans le test de chlore.....	36

Figure III.16: Comparateur.....	37
Figure III.17: Test de chlore positif.....	37
Figure III.18: Résultat positif d'analyse des germes totaux.....	39
Figure III.19: Milieu BCPL simple et double concentré.....	41
Figure III.20: Schéma explicatif de test présentatif des coliformes totaux.....	41
Figure III.21: Résultat positif d'analyse des coliformes fécaux.....	42
Figure III.22: Résultat positif d'analyse d'Escherichia coli.....	43
Figure III.23: Schéma explicatif de test confirmatif des coliformes fécaux et E. coli....	43
Figure III.24: Milieu Roth simple et double concentré.....	44
Figure III.25: Schéma explicatif de test présentatif des streptocoques.....	45
Figure III.26: Milieu EvaLetsky.....	46
Figure III.27: Schéma explicatif de test confirmatif des streptocoques.....	46
Figure III.28: Membrane.....	47
Figure III.29: Résultat positif d'analyse des Clostridium.....	48
Figure IV.1: Histogrammes illustrant les résultats d'analyse de la température des échantillons prélevés.....	59
Figure IV.2: Histogrammes illustrant les résultats d'analyse de pH des échantillons prélevés.....	60
Figure IV.3: Histogrammes illustrant les résultats d'analyse de la conductivité des échantillons prélevés.....	61
Figure IV.4: Histogrammes illustrant les résultats d'analyse de TDS des échantillons prélevés.....	62
Figure IV.5: Histogrammes illustrant les résultats d'analyse de turbidité des échantillons prélevés.....	63
Figure IV.6: Histogrammes illustrant les résultats d'analyse de chlore des échantillons prélevés.....	64
Figure IV.7: Histogrammes illustrant la présence d'ammonium dans les échantillons prélevés.....	65
Figure IV.8: Histogrammes illustrant la présence des nitrites dans les échantillons prélevés.....	66
Figure IV.9: Histogrammes illustrant la présence des coliformes totaux dans les échantillons prélevés.....	67
Figure IV.10: Histogrammes illustrant la présence des coliformes fécaux dans les échantillons prélevés.....	68

Figure IV.11: Histogrammes illustrant la présence des streptocoquesfécaux dans les échantillons prélevés.....	69
Figure IV.12: Histogramme illustrant la présence d'Escherichia coli dans les échantillons prélevés.....	70
Figure IV.13: Carte des puits contaminés de la région de Raouraoua d'octobre 2023 à février 2024.....	71
Figure IV.14: Carte des puits contaminés de la région de Sidi Yahia d'octobre 2023 à février 2024.....	72
Figure IV.15: Carte des puits contaminés de la ville d'Ain Bessem d'octobre 2023 à février 2024.....	72
Figure IV.16: Carte des puits contaminés de région Souk lkhemis d'octobre 2023 à février 2024.....	73
Figure IV.17: Carte des puits et les ouvrages contaminés de la zone d'Ain Bessem.....	73

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Les températures de l'année 2019 de la Daïra de Bouira Wilaya de Bouira.....	12
Tableau II.2 : Les précipitations de l'année 2019 de la Daïra de Bouira Wilaya de Bouira.....	13
Tableau II.3 : Daïras et communes de Bouira.....	14
Tableau II.4 : Capacité des barrages de wilaya de Bouira.....	16
Tableau III.1 : Matériel utilisé pour les analyses des paramètres physique.....	17
Tableau III.2 : Matériel utilisé pour les analyses des paramètres spectrophotométries....	19
Tableau III.3 : Matériel utilisé pour les analyses des paramètres volumétriques.....	20
Tableau III.4 : Matériel utilisé dans le service bactériologique.....	21
Tableau III.6 : Résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques des échantillons prélevés.....	53
Tableau III.7 : Le nombre des cas des malades dans la région d'Ain Bessemde 18/10/2023 à 20/02/2024.....	54
Tableau IV.1 : Résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques des échantillons prélevées.....	57

Liste des abréviations

ADE : Algérienne des Eaux.

ACR : Analyse chimique réduite.

ACC : Analyse chimique complète.

ABR : Analyse bactériologique réduite.

Cl:Chlorures.

Ca²⁺:Calcium.

OMS :Organisation mondiale de la santé.

ISO : Organisation Internationale de Normalisation InternationalOrganization for Standardization.

DPD :Diéthyl-p-phénylène diamine.

TH : Titre Hydrométrique.

TAC :Titre Alcalimétrique complet.

P :Précipitation.

T : Température.

pH :Potentiel hydrogène.

Cond : Conductivité.

Turb : Turbidité.

TDS :Teneur en sel dissous.

NH₄⁺ : Ammonium.

NO₂⁻ : Nitrite.

CT : Les Coliformes Totaux.

CF : Coliformes Fécaux.

E. Coli : Escherichia Coli.

SF : Streptocoques Fécaux.

Résumé

Notre étude porte sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la région d'Ain Bessam sur une période allant de d'octobre 2023 à février 2024. Pour apprécier la qualité de ces eaux, nous avons effectué un certain nombre d'analyses sur 45 échantillons au niveau du laboratoire de contrôle de qualité de l'Algérienne des Eaux (ADE) unité de Bouira.

Il ressort que les eaux analysées sont de qualité médiocre, nécessitant un traitement poussé afin d'augmenter la qualité de l'eau. Ce qui permet d'éviter tous les types des maladies hydriques (comme l'hépatite A), pour protéger la santé publique.

Mots-clés : Bouira, eau, maladies, qualité physico-chimique, qualité bactériologique.

المخلص

ركزت دراستنا على تقييم الجودة الفيزيو- كيميائية والبكتريولوجية لمياه الشرب في منطقة عين بسام من أكتوبر 2023 إلى فيفري 2024. لتقييم جودة هذه المياه، قمنا بإجراء عدد من التحاليل على 45 عينة في مختبر مراقبة الجودة التابع لشركة الجزائرية للمياه الموجودة في البويرة.

وقد أظهرت النتائج أن المياه في المنطقة المدروسة رديئة الجودة، مما يتطلب معالجة مكثفة من أجل تحسين جودة مياه الشرب. وهذا سيجعل من الممكن تجنب جميع أنواع الأمراض المنقولة بالمياه (منها التهاب الكبد الوبائي أ)، وحماية صحة الإنسان.

الكلمات المفتاحية : البويرة، المياه، الأمراض، الجودة الفيزيو- كيميائية، الجودة البكتريولوجية.

Abstract

Our research focused on assessing the physicochemical and bacteriological quality of drinking water in the Ain Bessam region from October 2023 to February 2024. To assess the quality of these waters, we carried out a number of analyses on 45 samples at the Algérienne des Eaux quality control laboratory in Bouira.

The results showed that Ain Bessam's water is of mediocre quality, requiring advanced treatment to improve water quality. This makes it possible to prevent all types of waterborne diseases (such as hepatitis A), protecting public health.

Keywords: Bouira, Water, diseases, physicochemical quality, Bacteriological quality.

Introduction Générale

Introduction

Dernièrement l'homme rend compte que les ressources en eau sont en dégradation et seront insuffisantes pour l'alimentation humaine suite à l'augmentation démographique, industrielle, et agronomique qui conduisent à une consommation importante d'eau.

La question de l'approvisionnement en eau devient chaque jour plus préoccupante ; cela est dû au phénomène de sécheresse qui menace de nombreux pays. L'Algérie fait partie de ces pays en raison de sa classification géographique dans la zone de l'Afrique du Nord et que sa quasi-totalité de son territoire (87%) est une zone désertique.

Ce projet consiste à la détermination des causes de la maladie de l'hépatite A par l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux de la région de Ain Bessem pendant la période d'octobre 2023 à février 2024. Cette étude réalisée au niveau de laboratoire central de l'unité algérienne des eaux Bouira, durant une période de stage de 3 mois (Mars, Avril, Mai).

Afin d'atteindre l'objectif souhaité, le travail est divisé en quatre chapitres suivants :

Chapitre I: Présentation de l'entreprise d'accueil.

Chapitre II: Présentation de la zone d'étude.

Chapitre III: Matériels et Méthodes.

Chapitre IV: Résultats et Discussions.

Chapitre I :

Présentation de

L'entreprise d'accueil

I.1. Introduction

Dans ce premier chapitre on va présenter l'Algérienne des Eaux (ADE) de la wilaya de Bouira et son laboratoire centrale ou on a effectué notre stage.

On peut diviser ce chapitre en deux parties, dans la première on va parler sur la localisation géographique de l'ADE, les missions principales et aussi la structure de l'organisme. Dans l'autre partie on va présenter la localisation de laboratoire central de l'unité ADE Bouira, les différentes services existe et aussi la structure de ce dernier.

I.2. Présentation de l'Algérienne des Eaux

L'algérienne des eaux (ADE) est un établissement public national à caractère industriel et commercial, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il a été crée par le décret exécutif n° :01-101, du 21 avril 2001. L'établissement est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, et son siège social est fixé à Alger (**Décret exécutif n° :01-101, du 21 avril 2001**).



Figure I.1 : Logo L'Algérienne des Eaux (ADE).

I.3. Structure organisationnelle de l'ADE

La structure est donnée dans le schéma suivant :

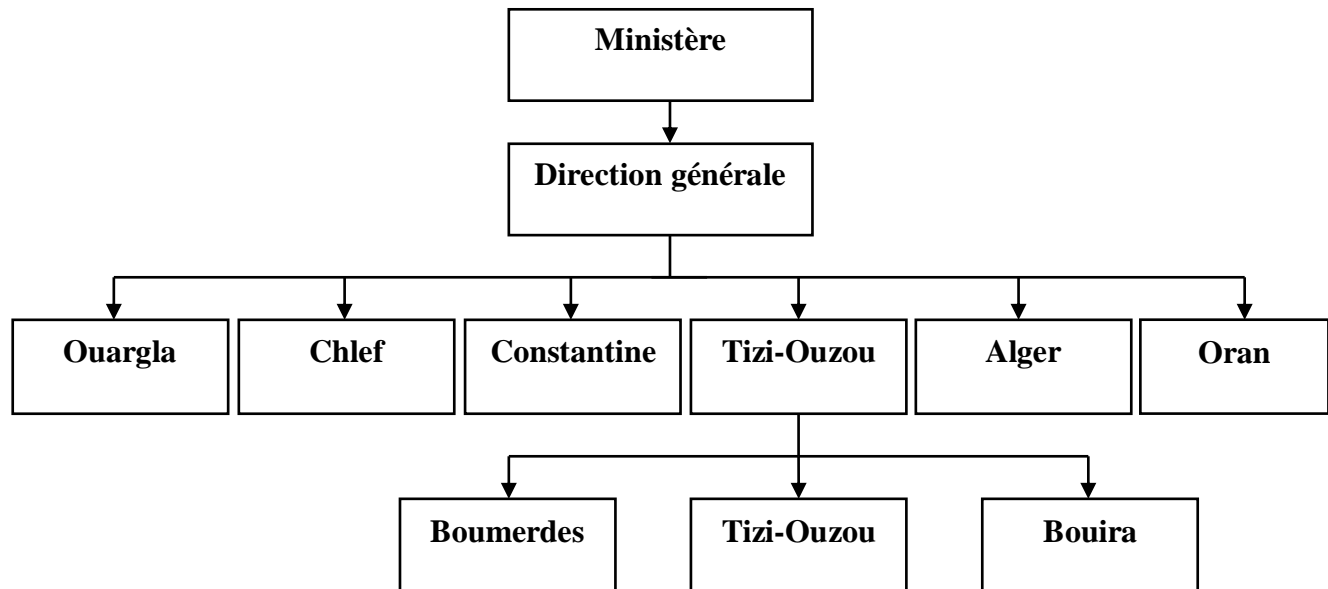


Figure I.2 : Structure organisationnelle de l'ADE (Décret exécutif n° :01-101, du 21 avril 2001).

I.4. Missions de l'ADE

Les missions principales de l'ADE sont :

- Assurer la continuité du Service Public de l'Eau pour garantir la disponibilité de l'eau potable aux citoyens en quantité suffisante et de bonne qualité ;
- Assurer la gestion et maintenance des systèmes et installations permettant la production, le transfert le stockage, et la distribution de l'eau potable ;
- Assurer la maîtrise des ouvrages délégués ;
- Initier toute action visant l'économie de l'eau, notamment par l'amélioration de l'efficacité des réseaux de transfert et de distribution ;
- Assurer la protection et la sauvegarde des ressources et l'environnement hydrique ;
- Préserver la santé publique ;
- Contrôler la qualité de l'eau (**Ministère de l'hydraulique**).

I.5. Présentation de l'entreprise d'accueille

L'emplacement de l'Unité de Bouira se trouve à rue Amrouche Mouloud, Bouira. Elle est rattachée à la zone de TIZI OUZOU, elle gère 44 communes pour un nombre de clients total de 145 179.

L'Unité de Bouira est structurée en six (6) centres qui sont : Bouira, Lakhdaria, Sour El Ghozlane, Bordj Akhris, Ain Bessem , M'echdallah (**Algérienne des Eaux – Unité de Bouira**).



Figure I.3 : Algérienne des Eaux Unité de Bouira.

La localisation de l'unité ADE Bouira est affichée dans la carte suivante :

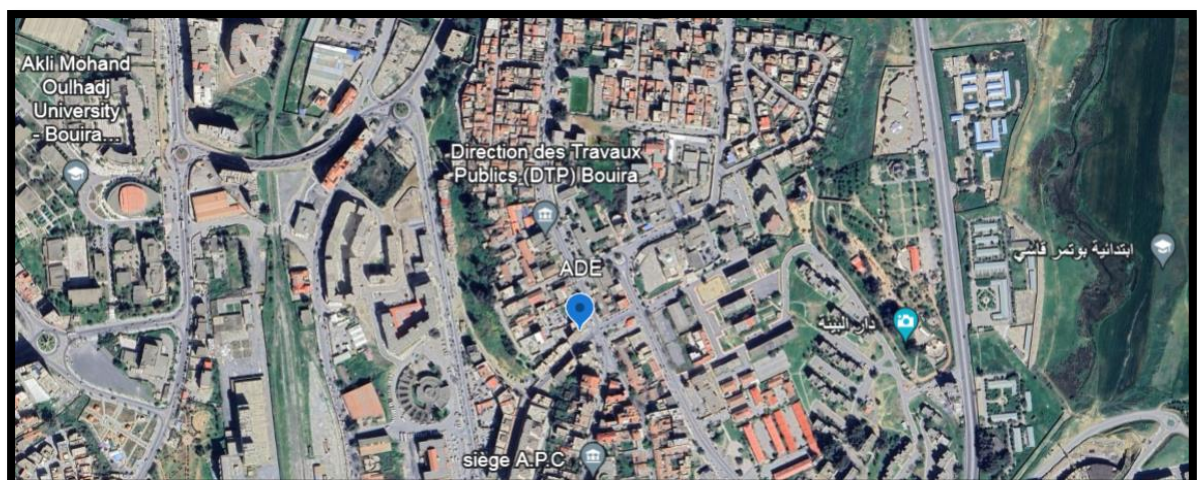


Figure I.4: Localisation géographique de l'Algérienne des Eaux Unité de Bouira (**Google earth**).

Les communes gérées par les 6 centres de l'ADE sont donné dans le schéma suivant :

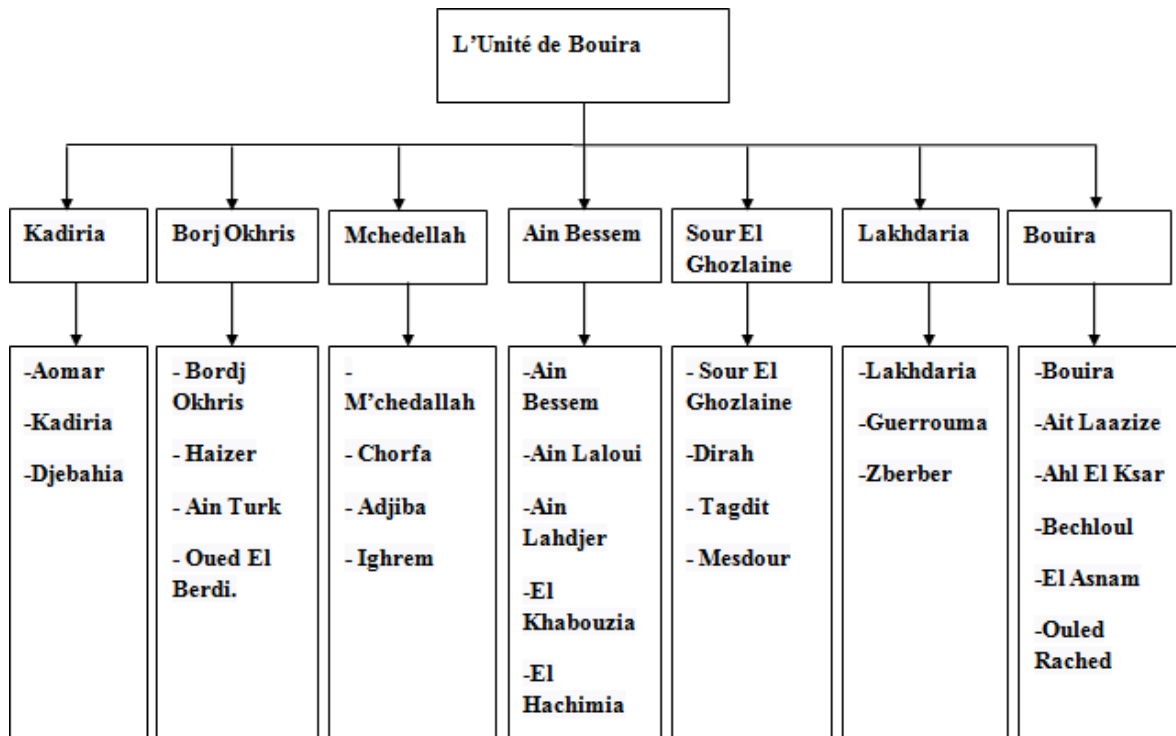


Figure I.5: Schéma des communes gérées par l'Unité ADE de Bouira (Décret exécutif n° :01-101, du 21 avril 2001).

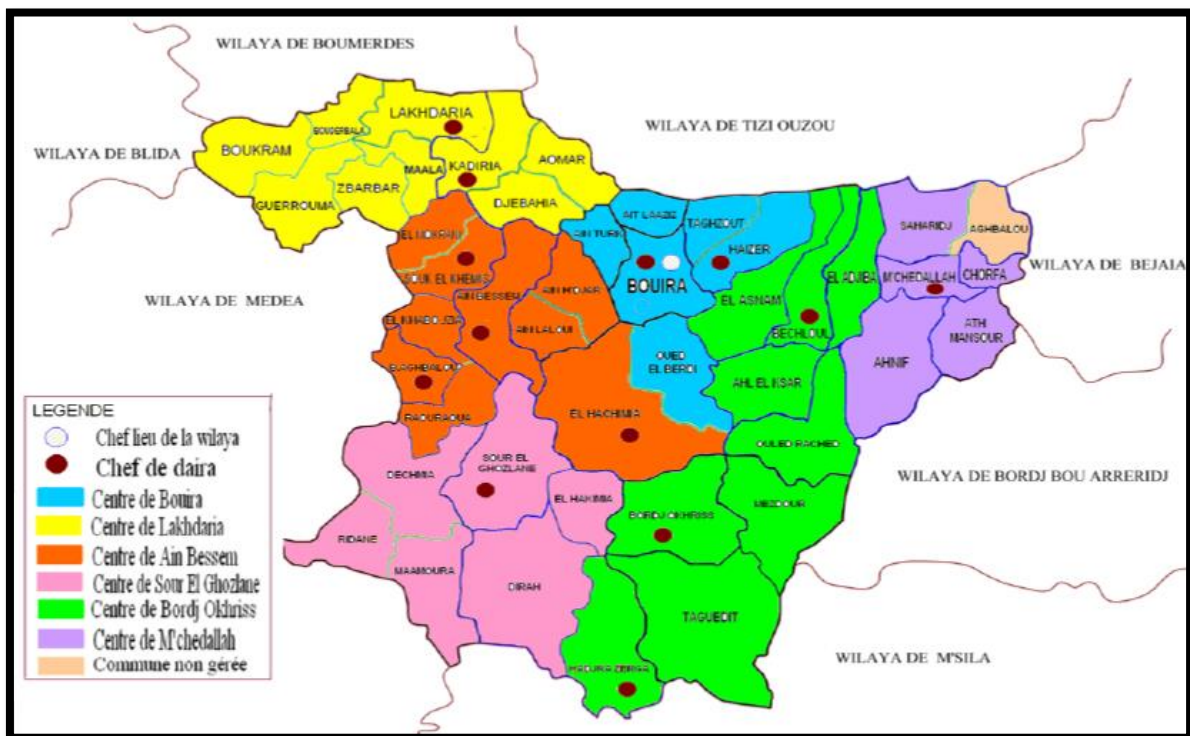


Figure I.6: Situation administrative des centres de l'ADE de la wilaya de Bouira.

I.6. Présentation du laboratoire central unité ADE Bouira

L'Unité ADE de Bouira est équipée d'un laboratoire qui sert à contrôler la qualité de l'eau destinée à la consommation au niveau de la ville de Bouira tel que les eaux de forages, des eaux stockées dans les réservoirs, et surtout les eaux de robinet.

Laboratoire de l'ADE de Bouira, analyser les échantillons de deux centres de manière quotidienne, et le nombre des prélèvements total entre 50 à 60 échantillons par jour.

Une fois le prélèvement terminé, les échantillons sont transmis au laboratoire pour des analyses physico-chimiques et bactériologiques (**Laboratoire central-unité de Bouira**).

La localisation géographique de laboratoire centrale est affichée dans la carte suivante :

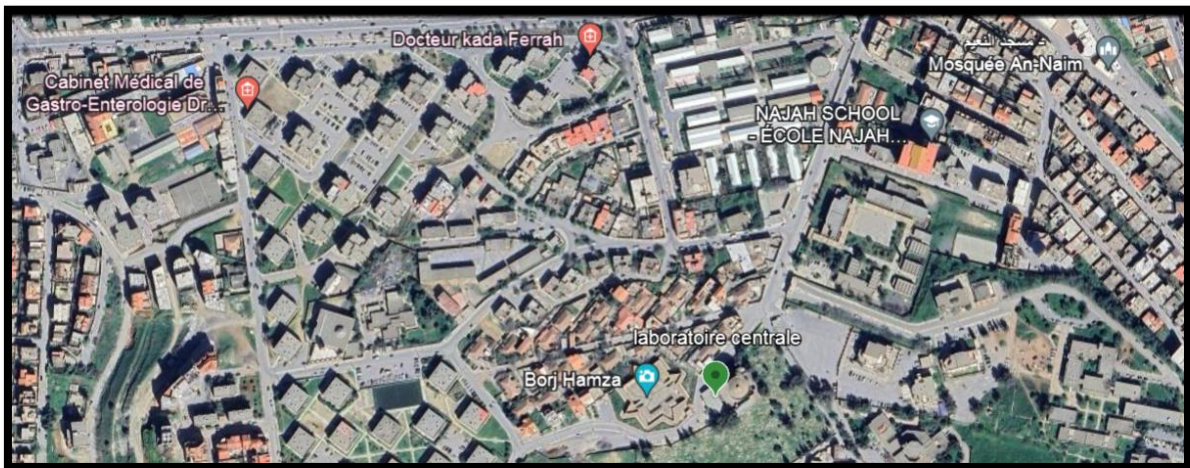


Figure I.7: Localisation géographique de laboratoire centrale Unité de Bouira (**Google earth**).

I.7. Structure du laboratoire

Laboratoire de Bouira est équipé de plusieurs salles où se font les différentes analyses de qualité qui sont:

- a. Salle bactériologique:** Les biologistes réalisent les diverses analyses bactériologiques des échantillons prélevés dans cette salle.



Figure I.8: Salle d'analyses bactériologique de laboratoire unité ADE-Bouira.

- b. Salle physico-chimique:** Les analyses physico-chimiques des échantillons prélevés sont réalisées dans cette salle par les chimistes.



Figure I.9: Salle d'analyses physico-chimiques de laboratoire unité ADE-Bouira.

- c. **Salle de lavage et de stérilisation** : Dans cette salle, les flacons sont préparés selon deux étapes. La première c'est lavage des flacons après la stérilisation.



Figure I.10: Salle de lavage et stérilisation de laboratoire unité ADE-Bouira.

- d. **Salle de préparation et pesées des réactifs**: Cette salle est utilisée pour préparer des divers réactifs et aussi pour mesurer les masses nécessaires pour les analyses.



Figure I.11: Salle de préparation et pesées des réactifs de laboratoire unité ADE-Bouira.

- e. **Bureaux** : Dans laboratoire unité ADE Bouira, il existe plusieurs bureaux tel que le bureau de chef de laboratoire, le bureau de chef de service physico-chimique, le bureau de chef de service bactériologique ...etc.

I.8. Organigramme de laboratoire

L'organisation hiérarchique de laboratoire est donnée selon le schéma suivant :

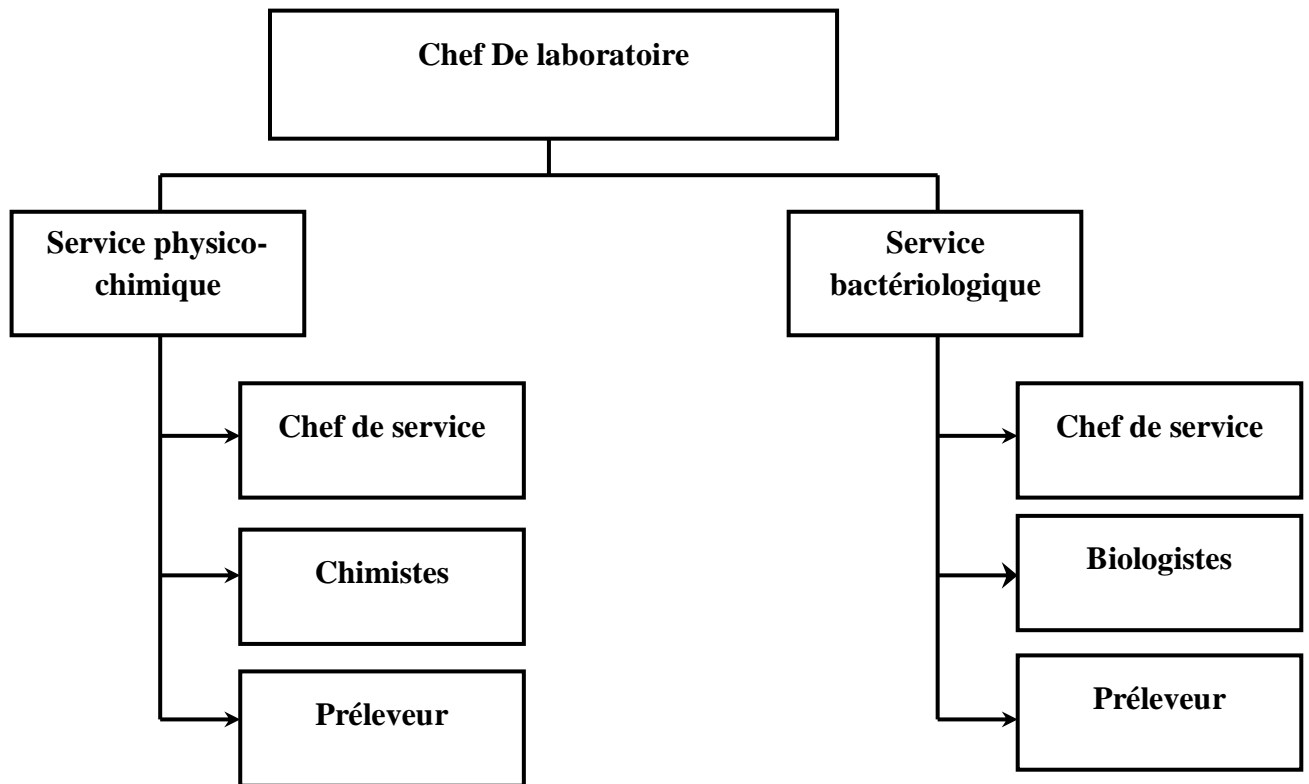


Figure I.12: Schéma de l'organisation hiérarchique de laboratoire (Laboratoire centrale-unité de Bouira).

I.9. Conclusion

En conclusion de ce chapitre, on a pu collecter différentes informations sur l'unité algérienne des eaux de Bouira, qui a pour mission de gérer les Réseaux de la wilaya et de garantir l'approvisionnement en eau potable aux citoyens en quantité adéquate et de qualité supérieure. Ce but principal est réalisé grâce au laboratoire central de l'unité, qui effectue des analyses physicochimiques et bactériologiques afin de détecter toutes les espèces pathogènes qui altèrent la qualité de l'eau.

Chapitre II :
Présentation de
La zone d'étude

II.1. Introduction

Il est nécessaire avant de commencer n'importe quel projet dans les différents domaines de connaître les informations et les caractéristiques de la zone concernée.

Dans ce chapitre, on va citer les différentes caractéristiques de notre zone d'étude, qui est la wilaya de Bouira. Parmi ces caractéristiques, on va parler sur la localisation géographique, la situation climatique, administrative et hydrologique.

II.2. Situation géographique

La wilaya de Bouira est située dans la région nord – centre du pays, à environ **120 km** au sud-est d'Alger et couvre une superficie totale de **4454 km²** (soit **0,19 %** du territoire national). Le Djurdjura au nord et les Bibans au sud-est sont les chaînes montagneuses qui bordent la wilaya. Elle est délimitée (ANIREF/Monographie de la wilaya de BOUIRA) :

- Avec les deux wilayas de Boumerdès et de Tizi Ouzou au nord.
- À l'est par les deux wilayas de Béjaïa et de Bordj Bou Arréridj.
- Au sud par la wilaya de MeSila.
- À l'ouest par la wilaya de Médéa.

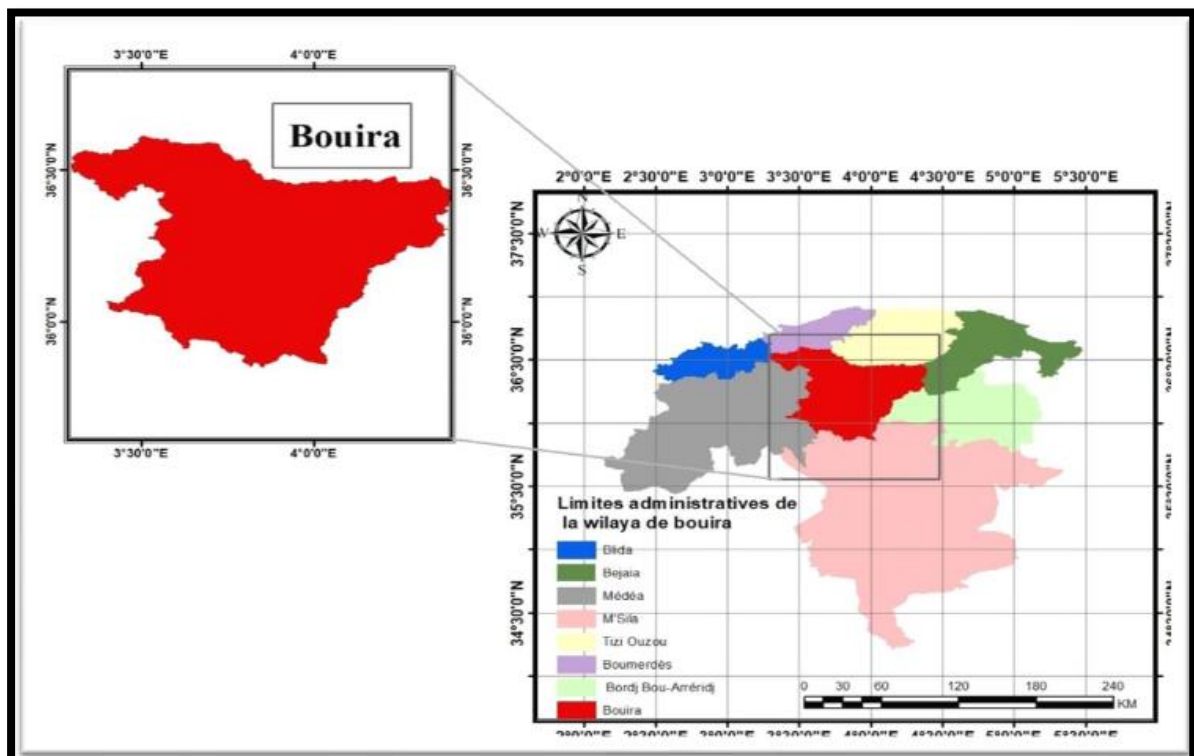


Figure II.1 : Carte de la situation géographique de Bouira (A.LAHMIDI 2020/2021).

II.3. Situation climatique

La wilaya de Bouira bénéficie d'un climat méditerranéen avec des étés chauds et secs, ainsi que des hivers froids et pluvieux.

II.3.1. Température

La wilaya présente un hiver froid et un été chaud, avec des températures atteignant respectivement entre 37 et 44°C de Mai à Septembre et de 16 à 24°C de Janvier à Mars (**Ministère de l'intérieur**).

La saison très chaude, du 19 juin au 12 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 29 °C. Le mois le plus chaud de l'année à Bouira est août.

La saison fraîche, du 18 novembre au 18 mars. Le mois le plus froid de l'année à Bouira est janvier (**Weather Spark**).

Tableau II.1 : Tableau des températures de l'année 2019 de la Daïra de Bouira Wilaya de Bouira (**H. FERADJI, T.LARBI, 2021**).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Température moyenne (°C)	6.6	6.9	10.2	13.4	17.3	22.5	26.5	26.2	21.7	17.6	11	7.6

II.3.2. Précipitation

La saison connaissant le plus de précipitation, du 8 septembre au 27 mai, avec une probabilité de précipitation quotidienne supérieure à 15 %. Le mois ayant le plus grand nombre de jours de précipitation à Bouira est février.

La saison la plus sèche, du 27 mai au 8 septembre. Le moins ayant le moins de jours de précipitation à Bouira est juillet (**Weather Spark**).

La précipitation moyenne est de **660 mm/an** au nord et de **400 mm/an** dans la partie sud (**ANIREF/Monographie de la wilaya de BOUIRA**). Sur les sommets du Djurdjura, les précipitations peuvent dépasser les 900 mm/an (**Ministère de l'intérieur**).

Tableau II.2 : Tableau de précipitation de l'année 2019 de la Daïra de Bouira Wilaya de Bouira (H. FERADJI, T.LARBI, 2021).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Précipitation moyenne (mm)	88	78	84	86	74	21	08	19	53	60	81	82

II.3.3. Vent

Les vents d'Est et d'Ouest prédominent et présentent des vitesses peu importantes. Les vitesses moyennes annuelles enregistrées aux stations de Bouira et Ain-Bessem sont respectivement de 2,2 m/s et 3,6 m/s. Concernant le Sirocco (un vent saharien violent, très sec et très chaud), il souffle en moyenne 10 jours par an (surtout Juillet et Août) (Ministère de l'intérieur).

II.4. Situation administrative

La wilaya de Bouira se subdivise en 12 daïras et 45 communes réparties comme suit :

Tableau II.3: Daïras et communes de Bouira (ANIREF/Monographie de la wilaya de BOUIRA).

DAÏRA	COMMUNES	DAÏRA	COMMUNES
Bouira	Bouira Ait laaziz Ain Turk	Kadiria	Kadiria Aomar Djebahia
Haizer	Haizer Taghzout	Bourdj Okhriss	Bourdj Okhris Mesdour Hadjra Zerga Taguedite
Bechloul	Bechloul El Adjiba Ahl El Ksar Ouled Rached El Esmam	Bir Ghablou	Bir Ghablou Raouraoua Khabouzia
Sour El Ghozlane	Ridane Maamora Dirah El Hakimia Sour El Ghozlane Dechmia	Lakhdaria	Lakhdaria Boukram Bouderbala Guerrouma Z'barbar Maala
M'chedallah	M'chedllah Saharidj Chorfa AGghbalou Ahnif Ath Mansour	Ain Bessem	Ain Bessem Ain Laloui Ain El Hadjar
EL Hachimia	El Hachimia Oued El Berdj	Sour El Ghozlane Souk El Khemis	Souk El Khemis El Mokrani



Figure II.2 : Carte des Daïras de la wilaya Bouira.

II.5. Situation hydrologique

La wilaya de Bouira dispose de :

- **32** retenues collinaires qui totalisent un volume de **5 853 000 m³** ;
- **96** puits pour un débit total de **202,02 l/s** ;
- **233** forages pour un débit total de **1 502 l/s** ;
- **03** barrages (ANIREF/Monographie de la wilaya de BOUIRA).

Elle est traversée par des bassins versants importants dont l'apport moyen annuel est de l'ordre de 561 millions de m³ constitué par :

- Bassin versant d'Isser : 135 millions de m³/an;
- Bassin versant Sahel Soummam : 380 millions m³/an;
- Bassin versant du Hodna : 35 millions m³/an;
- Bassin versant Humus : 11 millions m³/an (**Ministère de l'intérieur**).

Tableau II.4: Capacité des barrages de la wilaya de Bouira (ANIREF/Monographie de la wilaya de Bouira).

Barrages	Localisation (commune)	Capacités à plein (M3)
Lekhél	Ain-Bessem	27.000.000
Tilesdit	Bechloul	165.000.000
Koudiat Acerdoun	Maala	640.000.000

II.6. Conclusion

Au cours de ce chapitre, on a donné une description des caractéristiques générales de la zone de Bouira, ce qui constitue une étape essentielle avant le début de l'étude.

Parmi ses caractéristiques, on a vu la localisation géographique de cette zone ainsi que les wilayas qui la délimitent. Aussi, on a découvert que la wilaya de Bouira est divisée en 12 daïras et possède un climat méditerranéen, avec des étés chauds, dont les températures maximales supérieures à 29°C et des hivers froids avec des températures minimales pouvant atteindre 16°C. De plus, la wilaya de Bouira est caractérisée par des précipitations allant de 400 mm/an à 660 mm/an.

Chapitre III :

Matériels et Méthodes

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, on va citer les matériels et les méthodes qu'on a appris au niveau du laboratoire central Bouira où on a effectué notre stage pratique, et aussi les différentes analyses faites pour indiquer la présence de certains paramètres et certaines bactéries qui dégradent la qualité lorsque on les trouve dans l'eau.

Ainsi qu'on va parler des maladies à transmission hydrique qui peuvent prévenir de la présence des bactéries pathogènes dans l'eau consommée, et pouvant avoir un impact négatif sur la santé humaine telles que l'hépatite virale... etc.

III.2. Méthodes d'analyses physico-chimiques

Au sein du service physico-chimique, deux (2) types d'analyses sont effectués. L'analyse chimique réduite, également appelée ACR, est réalisée chaque jour. Elle sert à déterminer les paramètres comme la température, le pH, les nitrites (NO_2^-), l'ammonium (NH_4^+).

Tandis que l'analyse chimique complète, également appelée ACC, est réalisée une fois par semaine ou par mois pour les eaux brutes. Elle sert à déterminer les paramètres mentionnés précédemment et d'autres nouveaux paramètres tels que les sulfates (SO_4^-), le fer, la dureté (TH)... etc.

Pour effectuer ces analyses, il est nécessaire d'avoir un matériel spécifique.

III.2.1. Échantillonnage

L'échantillonnage est composé de deux (2) étapes qui sont :

- Le prélèvement ;
- Le transport.

A. Méthode de prélèvement

Cette étape nécessite une méthode spéciale à adopter :

- On ouvre le robinet et on le laisse pendant 5 minutes ;
- On va vérifier la présence du chlore dans les eaux du robinet, en versant une quantité d'eau à analyser dans le tube de comparateur et en ajoutant le DPD. Si la couleur change (de transparent vers le rose), cela signifie que le chlore est présent ;
- Dans le cas de changement de couleur, il est nécessaire de mesurer la quantité de chlore dans l'eau en plaçant le tube précédent dans le comparateur et on prend la valeur affiché ;
- Le résultat de chlore obtenu sera consigné avec le nom et l'adresse de l'abonné ;
- On rince les flacons trois (3) fois avec l'eau qui sera analysée, puis les remplir.

B. Transport des flacons

Une fois les échantillons prélevés, il est nécessaire de les transporter dans des glacières à une température de 4°C.

Dans le service physico-chimique les échantillons prélevés doivent être analysés avant de dépasser 3 jours.



Figure III.1: Glacière pour le transport des échantillons.

III.2.2. Matériel utilisé dans le service physico-chimique

Pour réaliser les analyses de service physico-chimique, on a besoin des matériaux cités dans les tableaux suivants:

Tableau III.1: Matériel utilisé pour les analyses des paramètres physique.

Les paramètres mesurés	Le matériel utilisé
Potentiel Hydrogène (pH)	<ul style="list-style-type: none"> - Le pH-mètre - Papier absorbant - Bécher
Conductivité Teneur en sel dissous (TDS) Température (T)	<ul style="list-style-type: none"> - Le conductimètre - Papier absorbant
Turbidité	<ul style="list-style-type: none"> - Le Turbidimètre - Papier absorbant

Tableau III.2: Matériel utilisé pour les analyses des paramètres spectrophotométries.

Les paramètres mesurés	Le matériel utilisé
Les nitrites (NO_2^-) Ammonium (NH_4^+) Sulfate (SO_4^{2-}) Le Fer	<ul style="list-style-type: none"> - Une fiole jaugée - Une pipette - Une étuve - Un spectrophotomètre
Les Nitrates (NO_3^-)	<ul style="list-style-type: none"> - Un spectrophotomètre - Capsule en verre.

Tableau III.3: Matériel utilisé pour les analyses des paramètres volumétriques.

Les paramètres mesurés	Le matériel utilisé
Titre Hydrométrique (TH)	<ul style="list-style-type: none">- Éprouvette graduée- Burette graduée- Erlenmeyer- Pipette graduée
Titre Alcalimétrique Complet(TAC).	<ul style="list-style-type: none">- Éprouvette graduée- Burette graduée- Erlenmeyer- Pipette graduée
Chlorures (Cl)	<ul style="list-style-type: none">- Éprouvette graduée- Burette graduée- Erlenmeyer- Pipette graduée
Calcium (Ca ²⁺)	<ul style="list-style-type: none">- Éprouvette graduée- Burette graduée- Erlenmeyer- Pipette graduée

III.2.3. Analyse chimique réduite (ACR)

Dans le cadre de l'analyse chimique réduite ACR, les chimistes sont chargés de mesurer les paramètres physiques et les paramètres de pollution, ce qui est essentiel lorsque l'eau analysée est chlorée. Si l'eau n'est pas chlorée, il suffit de déterminer les paramètres physiques.

III.2.3.1. Paramètres physiques

Si les échantillons sont chlorés, il n'est nécessaire que de mesurer les paramètres physiques.

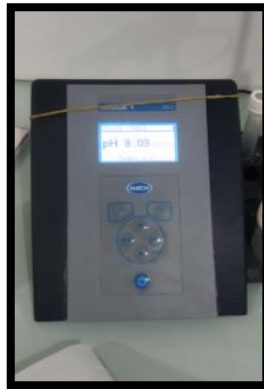
a. Mesure de pH

Figure III.2: pH-mètre.

• Réactifs

- Solution tampon (pH=4, pH=7 et de pH=10) ;
- Eau distillée ;
- Eau à analyser.

• Mode opératoire

- Allumer et calibrer le pH-mètre avec les solutions tampons ;
- Installer les électrodes aux entrées correspondantes sur l'appareil ;
- Etalonner l'appareil avec la solution tampon et par la suite rincer l'électrode avec l'eau distillée, puis avec l'échantillon à analyser ;
- Remplir le bécher avec 100 ml d'eau à analyser ;

- Emerger l'électrode du pH mètre dans l'échantillon et appuyer sur la touche « pH» attendre le signal sonore, puis noter les valeurs du pH affichés (**Selon l'O.M.S**).

b. Mesure de conductivité

Figure III.3: Conductimètre.

- **Réactifs**

- Solution tampon ;
- Eau distillée ;
- Eau à analyser.

- **Mode opératoire**

- Allumer le conductimètre et calibrer le conductimètre avec du chlorure de potassium (Kcl) ;
- Agiter l'échantillon doucement et verser 100 ml de l'eau à analyser dans un bécher propre ;
- Rincer la sonde avec de l'eau ultra pure puis avec de l'eau à analyser ;
- Immerger la sonde dans l'échantillon et essayer d'éliminer les bulles d'air au cours de la stabilisation de la mesure avec une simple agitation de la sonde ;
- Enregistrer la valeur de la conductivité électrique et la température qui sont affichées sur l'appareil après la stabilisation de la lecture ;
- Rincer la sonde et arrêter l'appareil (**Selon l'O.M.S**).

c. Mesure de la température

La connaissance de la température de l'eau est essentielle. C'est pour ça que les températures des échantillons prélevés ont été mesurées après leur arrivée au laboratoire d'analyse. Cette mesure est effectuée à l'aide d'un conductimètre ou d'un pH mètre, alors elle a le même mode opératoire que le pH et la conductivité. Les résultats sont affichés en °C.

d. Mesure de TDS

Le TDS aussi est parmi les paramètres physiques importants qu'on doit déterminer dans chaque analyse réduite au niveau de laboratoire. Il est mesuré par le conductimètre, alors il a le même mode opératoire que celui de la conductivité qui est mentionné précédemment.

e. Mesure de la turbidité

Figure III.4:Turbidimètre.

• Réactifs

- Eau à analyser ;
- Solutions d'étalons (100 NTU, 20 NTU, 0.02 NTU).

• Mode opératoire

- Calibrer le turbidimètre avec les solutions d'étalons à 0 avant l'utilisation ;
- Vérifier la fiabilité d'étalonnage avec la mesure de la turbidité de l'un des solutions d'étalons ;
- Agiter gentiment le flacon contient l'eau à analyser ;
- Rincer la cuvette avec l'eau ultra pure et la remplir avec 10 ml de l'eau à analyser ;

- Nettoyer la cuvette et s'assurer que la surface de la cuvette est sèche et qu'elle ne contient aucune tâche ;
- Placer la cuvette dans le puits de mesure (Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure) et fermer le capot et appuyer sur READ ;
- Noter la valeur maximale affichée (**Selon l'O.M.S**).

III.2.3.2. Paramètres de pollution

Si les échantillons ne contiennent pas de chlore, il est également nécessaire de mesurer les paramètres de pollution.

a. Nitrites (NO_2^-)

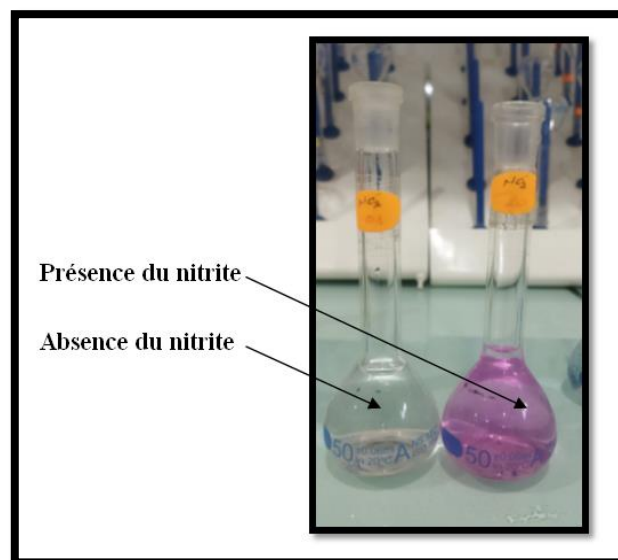


Figure III.5: Dosage des ions nitrite (NO_2^-).

- **Réactifs**

- Acide ortho phosphorique H_3PO_4 ;
- Solution d'acide phosphorique ;
- Réactifs colorés ;
- Solution mère étalon d'azote nitreux (NO_2) 100mg/l ;
- Solution fille étalon d'azote nitreux (NO_2) 1mg/l.

- **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 1ml de réactif colorer I ;

- Homogénéiser immédiatement en faisant tourbillonner et compléter à 50 ml d'eau (échantillon), laisser reposer 20 min ;
- Effectuer les lectures à la spectrophotométrie à la longueur d'onde de 540 nm (ISO6777).

b. l'ammonium (NH_4^+)

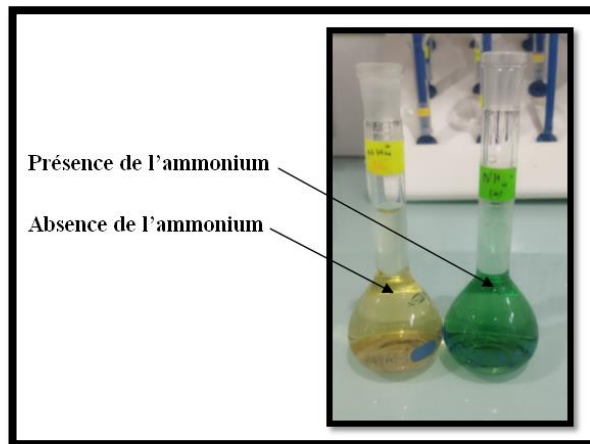


Figure III.6: Dosage des ions d'ammonium (NH_4^+).

• **Réactifs**

- Réactif coloré ;
- Solution de dichloroisocyanurate de sodium ;
- Eau exempte d'ammonium.

• **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml l'eau à analyse ;
- Ajouter 4 ml du réactif coloré et homogénéiser bien la solution ;
- Ajouter 4 ml de la solution de dichloroisocyanurate de Na ;
- Compléter jusqu'à 50 ml avec de l'eau distillée ;
- Laisser reposer pendant au moins 60 min ;
- Tous les dosages et étalonnages doivent être effectués à la même température (25 C° au bain-marie) ;
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 655nm (NA 2364 /ISO 6878-1998).

III.2.4. Analyse chimique complète (ACC)

Lors de l'analyse chimique complète ACC, les chimistes doivent mesurer tous les paramètres de l'eau analysée (une eau brute). En plus des paramètres précédents (physiques et les paramètres de pollution), ils sont chargés de déterminer aussi les paramètres volumétriques et spectrophotométriques.

III.2.4.1. Paramètres spectrophotométriques

A l'aide d'un spectrophotomètre de mesure on va déterminer les paramètres suivants :

a. Dosage de Fer**• Réactifs**

- Acide sulfurique ;
- Chlorhydrate d'hydroxylamine ;
- Solution tampon acétate ;
- Solution phénantroline.

• Mode opératoire

- Prend 50ml de l'échantillon qu'on met dans une capsule en verre ;
- Ajouter 1ml d'acide sulfurique(H_2SO_4), puis on ajoute 1ml de chlorhydrate d'hydroxylamine et on verse dans une fiole jaugée 100ml ;
- Ensuite on mélange bien la solution ;
- Ajouter 2ml de solution tampon acétate ;
- Ajouter 2ml de la solution phénantroline ;
- Après on conserve à l'obscurité pendant 15min et de même pour l'essai à blanc ;
- Enfin on effectue la lecture au spectrophotomètre en commençant par l'essai à blanc pour le prendre comme référence (**ISO 6332**).

b. Dosage de Sulfate (SO₄⁻)**• Réactifs**

- Solution d'acide chlorhydrique ;
- Solution de polyvinyl-pyrrolidone ;
- Chlorure de baryum (BaCl₂, 2H₂O) 10g ;
- Sulfate de sodium anhydre (pour la solution étalon).

• Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 1 ml de HCl ;
- Ajouter 5 ml de la solution BCPL, stabilisée ;
- Agiter 2 ou 3 fois énergiquement, laisser au repos pendant 15 mn, agiter à nouveau ;
- Effectuer les lectures (**RODIER 8e édition**).

c. Dosage de Nitrate (NO_3^-)

Figure III.7: Dosage des nitrates (NO_3^-).

- **Réactifs**

- Solution de salicylate de sodium (à renouveler toutes le 24heures) ;
- Acide sulfurique concentré ;
- Solution d'hydroxyde de sodium NaOH ;
- Solution d'azoture de sodium ;
- Solution mère étalon d'azote nitrique à 100 mg/l ;
- Solution fille étalon d'azote nitrique à 5 mg/l.

- **Mode opératoire**

- Prendre 10 ml d'eau à analyser ;
- Alcaliniser faiblement avec une solution de NaOH ajouté 0,5 ml de la solution d'azoture de sodium ;
- Ajouter 0,2 ml d'acide puis évaporer au bain-marie ou dans une étuve portée à 75-80 °C ;
- Ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium, mélangé puis évaporer, laisser refroidir ;
- Reprendre le résidu par 1 ml d'acide sulfurique concentré ayant soin de l'humecter complètement, attendre 10 min ;
- Ajouter 45 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 10 ml de solution d'hydroxyde de sodium qui développe la couleur jaune. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm (**RODIER 8e édition**).

III.2.4.2. Paramètres Volumétriques

Dans cette partie on va déterminer les paramètres suivants :

a. Calcium (Ca^{2+})



Figure III.8: Résultat du titrage de calcium (Ca^{2+}).

- **Réactifs**

- NaOH (2N) ;
- Murecside (0,2 g) ;
- Solution d'EDTA.

- **Mode opératoire**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser avec dans une fiole de 100 ml ;
- Ajouter 2 ml NaOH ;
- Ajouter du Murecside (0,2 g) puis mélanger ;
- En maintenant une agitation, verser la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer au rose (NA 1655 /ISO 6058).

b. Chlorure (Cl⁻)

Figure III.9: Résultat du titrage de chlorure (Cl⁻).

- **Réactifs**

- Nitrate d'argent, AgNO₃ (0,01N) ;
- Chromate de potassium K₂CrO₄.

- **Mode opératoire**

- Introduire 100mL d'échantillon dans un erlenmeyer ;
- Ajouter 1ml de dichromate de potassium K₂CrO₄ comme indicateur coloré ;
- Titrer avec AgNO₃ (0,01N) jusqu' à l'apparition d'une coloration brunâtre (NA6917/ISO-9297-1989).

c. Dureté (TH)

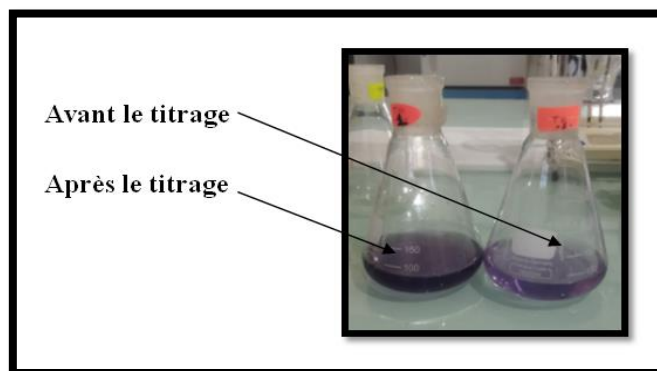


Figure III.10: Résultat du TH avant et après le titrage.

- **Réactifs**

- Solution d'EDTA ;
- Solution tampon ;
- Noir eriochrome.

- **Mode opératoire**

- Prendre 50 ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 100 ml ;
- Ajouter 4 ml de la solution tampon ;
- Ajouter 3 gouttes de Noir eriochrome (La solution doit se colorer en rouge foncé violet, et son pH doit être de 10) ;
- Titrer immédiatement avec l'EDTA (verser rapidement au début puis lentement vers la fin) jusqu'au virage bleu La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA (**NA 752 / ISO 6059**).

d. Titre Alcalimétrique Complet(TAC)

Figure III.11: Résultat du TAC avant le titrage.

• Réactifs

- Indicateur de phénolphtaléine ;
- Acide chlorhydrique HCl (0.02 N) ;
- Méthyle orange indicateur coloré ;
- Solution d'alcoolique de phénolphtaléine à 0.5% Solution Acide Chlorhydrique HCl (0,02 N) ;
- Solution Alcoolique Phénolphtaléine.

• Mode opératoire**➤ Détermination du TA**

- Prendre 100 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 1 à 2 gouttes de solution phénolphtaléine, une coloration rose doit se développer si non le TA est nul (ce qui se produit pour les eaux naturelles dont le $\text{pH} < 8.3$) ;
- Titrer avec la solution HCl à 0.02 N une coloration rose doit se développer de la solution.

➤ Détermination du TAC

- Prendre l'échantillon traité précédemment s'il n'y a pas eu de coloration ;
- Ajouter 2 gouttes de solution de méthylorange (coloration jaune) ;
- Titrer avec la solution HCl jusqu'au virage du jaune au jaune orangé s'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage de la coloration jaune orangé au rose orangé ;
- Soit V' le volume d'acide versés depuis le début du dosage. Retrancher de ce volume 0.5 ml, quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur (**RODIER 8e édition**).

III.3. Méthodes d'analyses bactériologiques

Au sein du service Bactériologie, deux (2) types d'analyses sont effectués pour déterminer la qualité de l'eau échantillonnée quotidiennement. L'analyse bactériologique réduite, également appelée ABR, est réalisée chaque jour.

Tandis que l'analyse bactériologique complète, également appelée ABC, est réalisée une fois par semaine ou par mois.

Pour la réalisation de ces paramètres, il existe deux méthodes : la méthode de la membrane filtrante (sur milieu solide) et la méthode de l'incorporation en gélose (en milieu liquide).

Pour effectuer ces analyses, il est nécessaire d'avoir un matériel spécifique.

III.3.1. Préparation et stérilisation des flacons

Au niveau du laboratoire de contrôle de qualité, avant de commencer l'échantillonnage de service bactériologie, il est essentiel de passer par une étape très importante qui est la préparation et la stérilisation des flacons dans le but d'éviter les contaminations.

A. Préparation

Le mode opératoire de cette étape est :

- Dans des bassines On place les flacons et on y ajoute de l'eau et des détergents (javelle + Savone) pendant 24 heures ;
- On rince les flacons avec l'eau du robinet, et les laisse pour sécher ;
- On ajoute le thiosulfate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) qui permet l'élimination du chlore;
- On place le papier d'aluminium sur les bouchons des flacons afin d'éviter toute contamination et poussière.

Après la préparation, il est essentiel de vérifier si les flacons ont été bien lavés ou non.

B. Stérilisation

Dans cette étape Les flacons avec des bouchons en plastique sont placés à une température $T=140^\circ\text{C}$ pendant une durée de trois heures (3 h).

Après la stérilisation, il est essentiel de vérifier si les flacons ont été bien stériles ou non.



Figure III.12: L'opération de la stérilisation des flacons.

III.3.2. Échantillonnage

L'échantillonnage est composé de deux (2) étapes qui sont :

- Le prélèvement ;
- Le transport.

A. Méthode de prélèvement

Figure III.13: Stérilisation du robinet.



Figure III.14: Matériels utilisés dans le prélèvement pour le service bactériologique.

Cette étape nécessite une méthode spéciale à adopter :

- On ouvre le robinet et on le laisse pendant 5 minutes ;
- On va vérifier la présence du chlore, en versant une quantité d'eau à analyser dans le tube de comparateur et en ajoutant le DPD. Si la couleur change (de transparent vers le rose), cela signifie que le chlore est présent ;
- Dans le cas de changement de couleur, il est nécessaire de mesurer la quantité de chlore dans l'eau en plaçant le tube précédent dans le comparateur et on prend la valeur affiché ;
- Le résultat de chlore obtenu sera consigné avec le nom et l'adresse de l'abonné ;
- On va rincer les mains avec l'alcool ;
- On va allumer une flamme ;
- On flambe le robinet et la zone pendant 2 à 3min ;
- Lorsqu'on ouvre le flacon, il est important de maintenir une distance minimale de 10 cm entre la flamme, le flacon et le préleveur afin de maintenir toujours la zone stérile ;
- Le remplissage des flaquant se fait en laissant un espace de 10mm afin de fournir de l'oxygène O₂ aux bactéries présentes dans l'eau.



Figure III.15: DPD utilisé dans le test de chlore.



Figure III.16: Comparateur.



Figure III.17: Test de chlore positif.

B. Transport des flacons

Une fois les échantillons prélevés, il est nécessaire de les transporter dans des glacières à une température de 4°C.

Les échantillons prélevés pour le service bactériologique doivent être analysés avant de dépasser 4 heures.

III.3.3. Analyses bactériologiques

III.3.3.1. Matériel utilisé dans le service bactériologie

Le matériel utilisé est dans le tableau suivant :

Tableau III .4: Matériel utilisé dans le service bactériologique.

Milieus et réactifs	Appareils	Matériel
<ul style="list-style-type: none"> - Milieu BCPL - Milieu Schubert - Réactif Kovacs - Réactif Thiosulfates de Sodium - Milieu de Roth - Milieu Eva Letsky - Milieu viande foie - Milieu TGEA 	<ul style="list-style-type: none"> - Etuves de stérilisation - Bain-marie - Etuve biologique (37C°et 44C°) - Bec benzène - Autoclave - Compteur de colonies 	<ul style="list-style-type: none"> - Flacons de 250ml - Pipettes pasteurs stériles - Tube à essai - Coton - papier aluminium - Pincés - Boites de pétrie - Membranes

III.3.3.2. Les Analyses Bactériologiques complet (ABC) :

Dans ce type d'analyse on va déterminer les bactéries suivant :

III.3.3.2.1. Recherche des Germes totaux

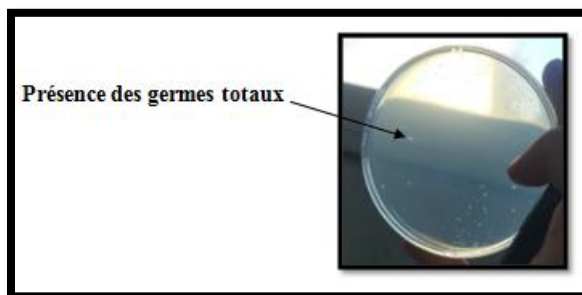


Figure III.18: Résultat positif d'analyse des germes totaux.

- **Mode opératoire**

- Allumer le bec benzène ;
- Verser 1 ml d'eau à analyser dans deux boîtes de pétri stériles vides et numérotées ;
- Le milieu TGEA est fondu dans un bain marie à 100°C puis refroidi ;
- Compléter en suite chaque boîtes avec environ 15 ml de gélose TGEA et mélanger puis laisser solidifier ;
- Retourner les boîtes et incuber, une à 37°C de 24 à 48 h dans l'étuve, l'autre à 22°C pendant 72 h à l'air libre la lecture se fait après chaque 24h (**Selon l'O.M.S**).

- **Expression des résultats**

Les boîtes qui présentent des colonies blanchâtres aux tours de boîtes sont positives.

III.3.3.2.2. Recherche des coliformes totaux et Coliformes fécaux et les Escherichia coli

Pour la recherche de ce type de bactéries, on utilise la technique des tubes multiples. Cette technique comporte deux tests : présentatif et confirmatif.

Pour l'analyse d'une eau brute ou une eau de qualité bactériologique médiocre on utilise le système 3/3/3.

- **Mode opératoire**

- **Test présentatif**

- On prend 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C (double concentré) muni d'une cloche et on verse 10 ml d'eau analyser dans chaque tube;
- On prend 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C (simple concentré) muni d'une cloche et on verse 1 ml d'eau analyser dans chaque tube;
- On prend 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche et on verse 0,1 ml d'eau analyser dans chaque tube ;
- On chasse le gaz présent dans les cloche et on mélange le milieu ;
- L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures (**Selon l'O.M.S**).

- **Expression des résultats**

Dans les tubes positifs, on aura un dégagement de gaz et une couleur trouble.

Après la lecture, on note le nombre des tubes positifs de chaque série et on lit les résultats dans la table de Mac Gradé (NPP) pour obtenir le nombre des coliformes totaux présents dans 100 ml d'eau à analyser.

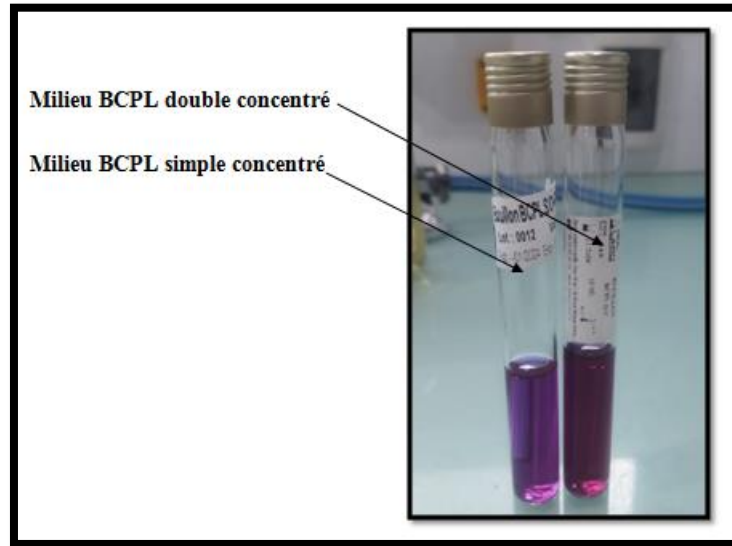


Figure III.19: Milieu BCPL simple et double concentré.

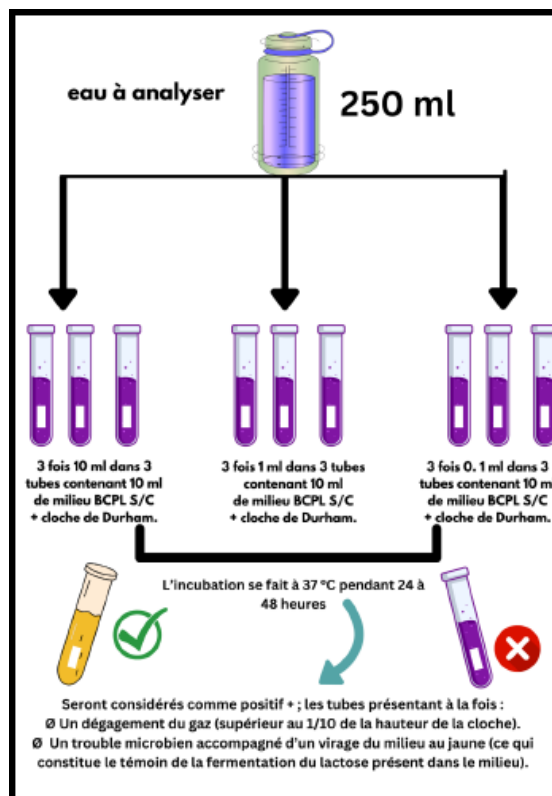


Figure III.20: Schéma explicatif de test présentatif des coliformes totaux.

➤ **Test confirmatif**

- On prend les tubes de BCPL positif et on va contaminer dans un tube contenant le Schubert équipé d'une cloche ;
- Une incubation à 44°C pendant 24 heures (**Selon l'O.M.S.**).

• **Expression des résultats**

Dans les tubes positifs, on aura un dégagement de gaz et une couleur trouble.

Après la lecture, on note le nombre des tubes positifs de chaque série et on lit les résultats dans la table du Mac Gradé (NPP) pour obtenir le nombre de coliformes fécaux présents dans 100 ml d'eau à analyser de la même manière que les coliformes totaux.

Après la lecture du test confirmatif, on prend un tube de Schubert précédent, on ajoute quelques gouttes de Kovacs on a obtenu un anneau rouge donc le E. coli est présent dans l'eau analysée.



Figure III.21: Résultat positif d'analyse des coliformes fécaux.

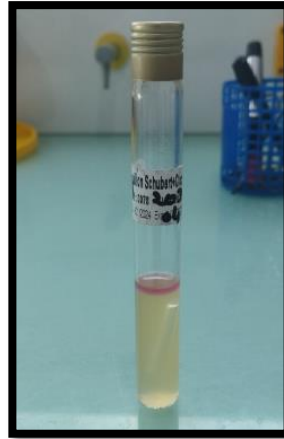


Figure III.22: Résultat positif d'analyse d'Escherichia coli.

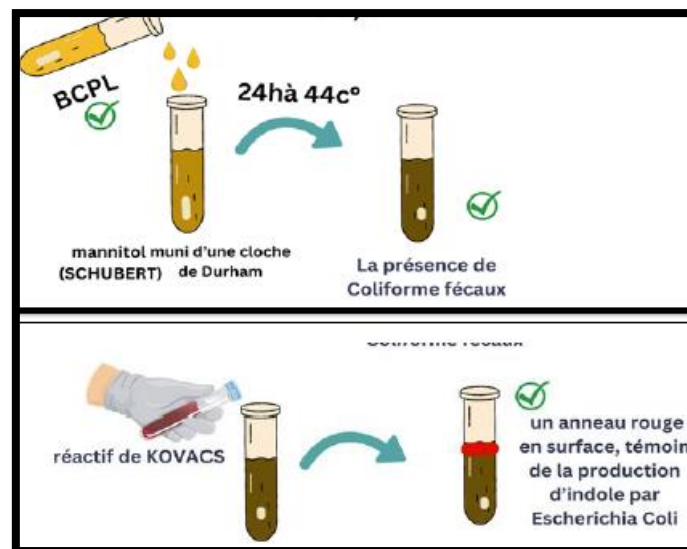


Figure III.23: Schéma explicatif de test confirmatif des coliformes fécaux et E. coli.

III.3.3.2.3. Recherche des Streptocoques fécaux**• Mode opératoire****➤ Test présentatif**

- On prend 3 tubes de 10 ml de ROTHE (Double Concentré) et on verse 10 ml d'eau à analyser ;
- On prend 3 tubes de 10 ml de ROTHE (Simple Concentré) et on verse 1 ml d'eau à analyser ;
- On prend 3 tubes de 10 ml de ROTHE (Simple Concentré) et on verse 0,1 ml d'eau à analyser ;
- On mélange le milieu ;
- L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures (**Selon l'O.M.S.**).

• Expression des résultats

Dans les tubes positifs, on aura une couleur trouble avec une décantation d'une matière blanche.

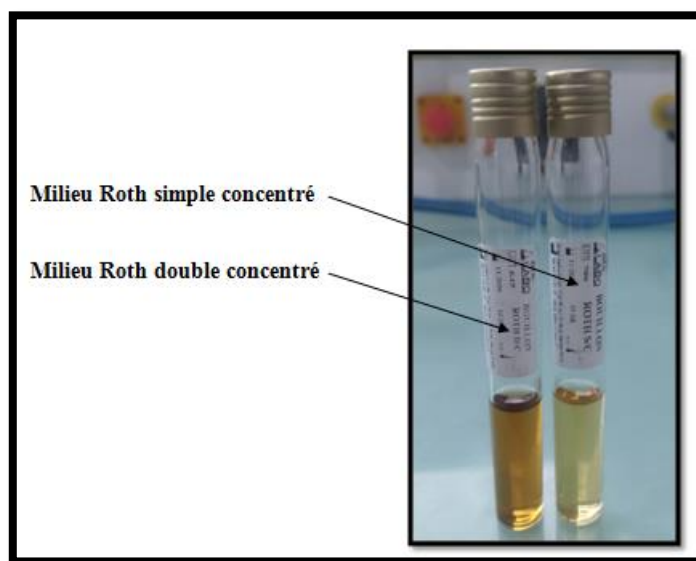


Figure III.24: Milieu Roth simple et double concentré.

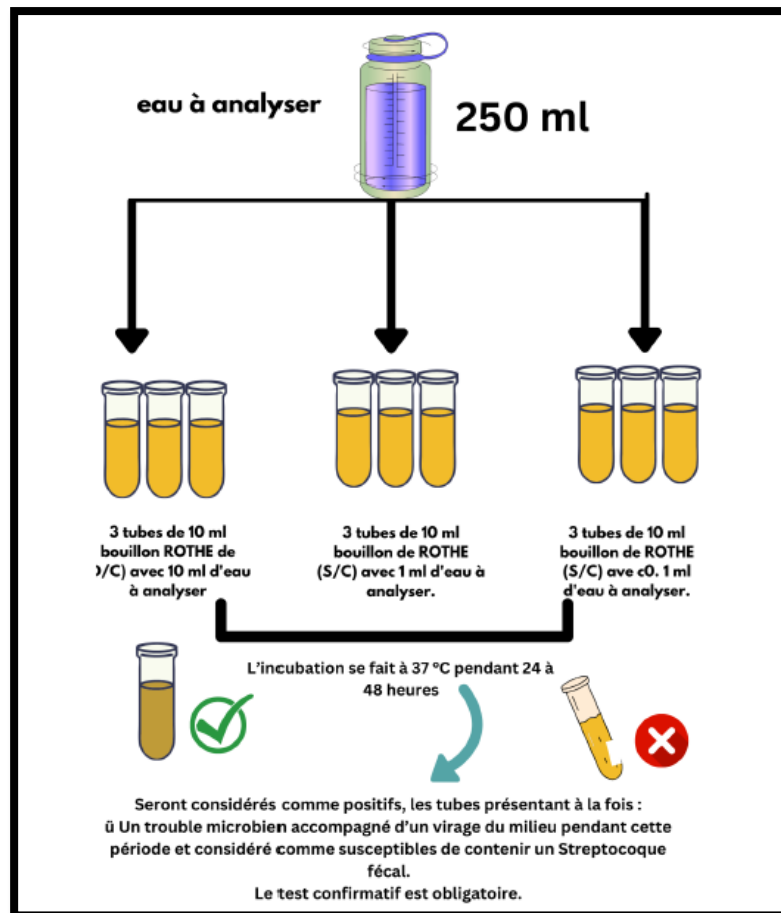


Figure III.25: Schéma explicatif de test présentatif des streptocoques.

➤ Test confirmatif

- On prend les tubes de Roth positif et on va contaminer dans un tube contenant le milieu Eva ;
- Une incubation à 37°C pendant 24 heures (Selon l'O.M.S).

• Expression des résultats

Dans les tubes positifs, on aura une couleur trouble et une décantation d'une couleur mauve.

Après la lecture, on note le nombre des tubes positifs de chaque série et on lit les résultats dans la table de Mac Gradé (NPP) pour obtenir le nombre de streptocoques présents dans 100 ml d'eau à analyser.



Figure III.26: Milieu Eva Letsky.

-La recherche confirmative :

Ø Les tubes de ROTHE positifs, après l'agitation, prélevée de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu EVA LITSKY, Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Ø Incubation pendant 24h à 37°C.

ROTHE positifs

EVA LITSKY

EXPRESSION DES RÉSULTATS

-SERONT CONSIDÉRÉS COMME POSITIFS, LES TUBES PRÉSENTANT À LA FOIS :

- UN TROUBLE MICROBIEN
- UNE PASTILLE VIOLETTE (BLANCHÂTRE) AU FOND DES TUBES.

-NOTER LE NOMBRE DE TUBES POSITIFS (+) DANS CHAQUE SÉRIE ET SE REPORTER AUX TABLES DU NPP POUR CONNAITRE LE NOMBRE DE STREPTOCOQUES FÉCAUX CONTENUS DANS 100 ML D'EAU

Figure III.27: Schéma explicatif de test confirmatif des de streptocoques.

III.3.3.2.4. Recherche des Clostridium Sulfite-Réducteur**• Mode opératoire**

- Le flaquant d'eau destiné à l'analyse est placé dans un bain-marie à une température de 80 °C pendant 10 minutes ;
- Le refroidissement à l'aide de l'eau du robinet ;
- L'eau à analyser est versée dans la rampe de filtration après avoir placé une membrane à l'intérieur ;
- La membrane obtenue est placée dans une boîte pétrie contenant le milieu de viande fois ;
- Une incubation à 37° C pendant 48 heures est recommandée, avec une première lecture après 16 heures d'incubation et une deuxième après 24 heures (**RODIER 8e édition**).

• Expression des résultats

Dans les boites positives, on aura un noircissement au fond.



Figure III.28: Membrane.



Figure III.29: Résultat positif d'analyse des Clostridium.

III.4. Maladies à transmissions hydriques

Les maladies à transmission hydrique sont des affections liées aux eaux, qui se manifestent lors d'une consommation des eaux dites contaminées, qui contiennent principalement des micro-organismes pathogènes provenant des matières fécales des animaux ou des êtres humains.

Ces maladies peuvent être provoquées par différentes sources, telles que les maladies à transmission hydrique provoquées par des bactéries (le choléra), des parasites (amibiase), des virus (hépatite A)...etc. (E.KHELFAOUI, 2018/2019).

Un exemple des maladies à transmission hydrique provoquées par certains agents responsables est présenté dans le tableau ci-dessous:

Tableau III.5: Maladies à transmission hydrique et leur d'origine et les agents responsables (A.REZIG, 2022)/ (Leclerc & Festy, 1982)

Origine	Maladies	Agents responsables
Bactérienne	Choléra	Vibrio cholerea.
	Fièvre Typoïde	Salmonella Typhi
	Gastro-entérites aigue	Escherichia coli
Virale	Hépatite A et E	Virus hépatite A et E
	Poliomyélite	Virus de la polio
	Gastro-entérites virales	Rota virus
Parasitaire	Amibiase	Entamoeba histolytica
	Giardia lamblia	Giardiase

III.5. L'Hépatite A

L'hépatite A est une inflammation du foie provoquée par le virus de l'hépatite A (VHA). Le principal mode de propagation de ce virus est l'ingestion par une personne non infectée (et non vaccinée) d'eau ou d'aliments contaminés par les matières fécales d'un sujet infecté. La maladie est étroitement associée à l'eau et à la nourriture insalubre, à des conditions d'assainissement insatisfaisantes, à une mauvaise hygiène personnelle.

À la différence des hépatites B et C, l'hépatite A n'entraîne pas de maladie hépatique chronique, mais elle peut provoquer des symptômes débilitants ou en de rares occasions, une hépatite fulminante, laquelle s'avère souvent mortelle. L'OMS estime qu'en 2016, dans le monde, 7134 personnes sont décédées d'une hépatite A (soit 0,5 % de la mortalité due aux hépatites virales) **(Selon l'OMS)**.

III.5.1. Mode de transmission

Le virus de l'hépatite A se transmet principalement par voie fécale-orale, c'est-à-dire lorsqu'une personne non infectée ingère de l'eau ou des aliments contaminés par les matières fécales d'un sujet infecté. Dans le cadre familial, cette transmission peut se produire lorsqu'un sujet infecté prépare avec des mains sales la nourriture destinée aux membres de sa famille. Les flambées à transmission hydrique, bien que rares, sont en général associées à l'utilisation d'eaux usées contaminées ou d'eau insuffisamment traitée.

Le virus peut également se transmettre par contact physique étroit avec une personne infectée, mais il ne se propage pas à l'occasion des contacts ordinaires entre personnes **(Selon l'OMS)**.

III.5.2. Symptômes

La période d'incubation de l'hépatite A est généralement de 14 à 28 jours.

Les symptômes de l'hépatite A peuvent être bénins ou graves : les patients peuvent présenter, selon les cas, de la fièvre, une sensation de malaise, une perte d'appétit, des diarrhées, des nausées, une gêne abdominale, des urines foncées et un ictère (coloration jaune des yeux et de la peau). Toutes les personnes infectées ne présentent pas l'ensemble de ces symptômes à la fois.

Ces symptômes apparaissent plus souvent chez les adultes que chez les enfants. La gravité de la maladie et les issues fatales sont plus importantes dans les tranches d'âge supérieures. Les enfants infectés de moins de 6 ans ne présentent habituellement aucun symptôme notable et seuls 10 % d'entre eux développent un ictère. L'hépatite A donne parfois lieu à des rechutes, c'est-à-dire que la personne tout juste guérie tombe à nouveau malade et présente un nouvel épisode aiguë (**Selon l'OMS**).

III.5.3. Traitement

Il n'existe pas de traitement spécifique contre l'hépatite A. Il faut parfois attendre plusieurs semaines, voire plusieurs mois, pour que les symptômes disparaissent. Il est important d'éviter toute médication inutile pouvant nuire à la fonction hépatique.

En l'absence de défaillance hépatique aiguë, l'hospitalisation n'est pas nécessaire. Le traitement vise à préserver le confort du malade et un équilibre nutritionnel adéquat, notamment par un remplacement des pertes liquidiennes dues aux vomissements et aux diarrhées (**Selon l'OMS**).

III.5.4. Prévention

L'amélioration de l'assainissement, la sécurité sanitaire des aliments et la vaccination sont les façons les plus efficaces de lutter contre l'hépatite A.

Les moyens suivants permettent de réduire la propagation du virus :

- un approvisionnement suffisant en eau potable ;
- l'élimination des eaux usées de manière adaptée dans les communautés ;
- l'application de pratiques d'hygiène personnelle, notamment le lavage régulier des mains avant les repas et après un passage aux toilettes.

Plusieurs vaccins injectables inactivés contre l'hépatite A sont disponibles sur le marché international. Ils sont tous comparables en ce qui concerne la protection conférée contre le virus et les effets secondaires. Aucun vaccin n'est homologué pour les enfants de moins d'un an. En Chine, il existe aussi un vaccin à virus vivant atténué (**Selon l'OMS**).

III.6. Résultat obtenue

Dans le tableau suivant on à des puits et des ouvrages contaminer d'une région touchée par la maladie mentionnée précédemment qui est l'hépatite A. Après avoir effectué les analyses bactériologique et physico-chimique, la qualité des eaux prélevées sont non conforme aux normes de potabilité dans tous les échantillons prélevés.

Tableau III.6: Résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques des échantillons prélevés.

Puits	Date	Paramètres physico-chimiques								Paramètres bactériologiques			
		T(°C)	pH	cond(µs/cm)	TDS(mg/l)	Turb(NTU)	Chlore(mg/l)	NH4(mg/l)	NO2-(mg/l)	CT	CF	E.Coli	SF
1	18/10/2023	23,6	7,54	1503	750	0,81	0	0,11	1,24	10	Abs	Abs	Abs
2	19/10/2023	24	7,16	1181	586	1,58	0	0	0	93	Abs	Abs	210
3	19/10/2023	24,4	7,14	1397	695	2,72	0	>2	0,18	>1100	>1100	7	>1100
4	19/10/2023	24,5	7,01	1647	825	0,26	0	0	0,02	>11	11	Abs	<210
5	19/10/2023	24,3	7,51	1289	640	1,92	0	0	0,04	Ind	Abs	Abs	6
6	19/10/2023	24,5	7,77	1325	659	0,93	0,4	0	0	Ind	Ind	Abs	Abs
7	19/10/2023	24,5	7,61	1292	641	0,95	0,1	0	0	Ind	Abs	Abs	Abs
8	20/10/2023	19,1	6,89	1438	717	1,2	0	0	0	4	4	Abs	450
9	20/10/2023	19,4	6,95	1449	722	0,57	0	0	0	>1100	210	7	1100
10	20/10/2023	19,5	6,76	1761	884	0,37	0	0	0,07	>1100	Abs	Abs	Abs
11	20/10/2023	19,5	6,83	1802	905	0,33	0	0	0	>1100	11	7	4
12	20/10/2023	20	7,02	1491	744	0,28	0	0	0	>1100	Abs	Abs	4
13	20/10/2023	19,8	7,08	1273	632	0,89	0	0	0,06	>1100	39	Abs	Abs
14	20/10/2023	20,2	7,54	797	390	128	0	0	0,14	>1100	11	Abs	>1100
15	20/10/2023	20,2	7,3	910	447	0,76	0	0	0	4	4	Abs	23
16	20/10/2023	20,6	7,28	1456	726	0,31	0	0	0	210	Abs	Abs	1100
17	28/10/2023	20,3	7,3	1706	896	0,42	EB	0	0	Ind	Ind	Abs	Abs
18	28/10/2023	21,2	7,21	1203	596	0,54	EB	0,1	0,37	Ind	Ind	Abs	Abs
19	28/10/2023	20,6	7,27	1343	667	0,14	EB	0	0	15	15	Abs	Abs
20	28/10/2023	21,1	7,07	1238	613	0,28	EB	0	0	26	26	Abs	Abs
21	29/10/2023	20	7,32	1513	755	0,23	EB	0	0	106	106	Abs	Abs
22	29/10/2023	20,7	7,39	786	384	0,42	EB	0	0	Ind	Abs	Abs	Abs
23	29/10/2023	21,1	7,24	715	349	2,2	EB	0	0,26	Ind	Ind	Abs	Abs
24	29/10/2023	21,1	7,3	643	313	4,73	EB	0	0,02	Ind	Ind	Abs	Abs
25	31/10/2023	19,6	7,4	661	322	0,3	EB	0	0	32	32	Abs	Abs
26	31/10/2023	19,4	7,75	849	416	1,12	EB	1,22	0,35	Abs	Abs	Abs	Abs
27	31/10/2023	18,8	7,78	1247	619	0,62	EB	0	<0,03	14	Abs	Abs	Ind
28	31/10/2023	18,2	7,48	865	424	2,14	EB	1,05	0	Abs	Abs	Abs	Abs
29	31/10/2023	19,9	7,82	902	443	14,5	EB	0	0	Ind	Ind	Abs	14
30	24/01/2024	19,1	7,35	916	450	0,25	EB	0	0	240	4	Abs	15
31	24/01/2024	18,2	7,67	1339	665	0,48	EB	0	0	43	3	Abs	Abs
32	24/01/2024	18,1	7,27	1528	763	0,56	0,4	0,18	0,23	Ind	Ind	Abs	49
33	24/01/2024	18,3	7,13	1191	590	0,93	EB	0,08	0,86	9	Abs	Abs	7
34	04/02/2024	13,4	7,6	1346	669	0,23	EB	0	0	4	Abs	Abs	4
35	04/02/2024	14,2	7,71	1299	645	0,91	EB	0	0	14	4	Abs	23
36	04/02/2024	14,5	7,56	1411	703	0,5	EB	/	1,18	1100	20	Abs	1100
37	04/02/2024	13,7	7,67	736	359	1,26	EB	0	0	20	Abs	Abs	4
38	04/02/2024	15	7,4	696	360	0,62	EB	0	0	3	3	Abs	23
39	20/02/2024	17,2	7,44	1502	753	1,46	0	0	0	Ind	Ind	Abs	37
40	20/02/2024	17,8	7,17	1332	662	4,1	0,4	/	/	35	35	Abs	8
41	20/02/2024	17,6	7,34	755	369	0,9	0,1	0	0	Abs	Abs	Abs	Ind
42	20/02/2024	17,5	7,99	1169	579	10,9	0	0	0,02	6	6	Abs	3
43	20/02/2024	17,3	7,47	1488	742	0,38	0	0	0,02	40	40	Abs	7
44	20/02/2024	16,9	7,49	1488	742	0,28	0	0	0,02	50	50	Abs	21
45	20/02/2024	16,9	7,53	1492	744	0,37	0	0	0,01	Abs	Abs	Abs	19

III.7. Nombre des cas des Malades

Les nombre des cas des malades de l'hépatite A dans la région de Ain Bessem de la période 18/10/2023 jusqu'à 20/02/2024 est représenté dans le tableau suivant :

Tableau III.7: Le nombre des cas des malades dans la région d'Ain Bessem de 18/10/2023 à 20/02/2024.

Date	Nombre des cas
18/10/2023	6
19/10/2023	5
20/10/2023	5
28/10/2023	2
29/10/2023	4
31/10/2023	4
24/01/2024	7
04/02/2024	5
20/02/2024	5

III.6. Conclusion

En fin de ce chapitre, nous avons pu observer les différentes méthodes et équipements nécessaires pour évaluer la qualité de l'eau, Ainsi qu'on a pris des diverses informations sur les maladies liées à l'eau d'une façon générale et sur l'hépatite A en particulier.

Chapitre IV :

Résultats et Discussion

IV.1. Introduction

Dans ce chapitre, on va présenter les analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux provenant des puits et des réservoirs de la région d'Ain Bessem, allant d'octobre 2023 à février 2024. Ainsi, on va discuter et interpréter les résultats obtenus et cartographier les points d'eaux contaminées.

IV.2. Résultats d'analyses Physico-chimique et Bactériologique

Dans cette étude, on va effectuer les analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux contaminées de la zone d'Ain Bessem touchée par la maladie de l'hépatite A. Pour étudier de manière approfondie cette maladie, il est nécessaire de déterminer les paramètres de pollution par rapport à le côté physico-chimique et quelque type de bactéries dans le côté bactériologique afin d'indiquer la présence de la matière fécale dans les échantillons, ce qui pourrait être la cause de la maladie.

Les résultats des analyses effectuées des 45 échantillons prélevés depuis octobre 2023 jusqu'à février 2024 sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau IV.1: Résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques des échantillons prélevés (**Registre des résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques ADE - Bouira**).

Puits	Date	Paramètres physico-chimiques								Paramètres bactériologiques				Observation
		T(°C)	pH	cond(µs/cm)	TDS(mg/l)	Turb(NTU)	Chlore(mg/l)	NH4(mg/l)	NO2-(mg/l)	CT	CF	E.Coli	SF	
1	18/10/2023	23,6	7,54	1503	750	0,81	0	0,11	1,24	10	Abs	Abs	Abs	NC(les nitrites depasse la norme)
2	19/10/2023	24	7,16	1181	586	1,58	0	0	0	93	Abs	Abs	210	NC
3	19/10/2023	24,4	7,14	1397	695	2,72	0	>2	0,18	>1100	>1100	7	>1100	NC
4	19/10/2023	24,5	7,01	1647	825	0,26	0	0	0,02	>11	11	Abs	<210	NC
5	19/10/2023	24,3	7,51	1289	640	1,92	0	0	0,04	Ind	Abs	Abs	6	NC
6	19/10/2023	24,5	7,77	1325	659	0,93	0,4	0	0	Ind	Ind	Abs	Abs	NC
7	19/10/2023	24,5	7,61	1292	641	0,95	0,1	0	0	Ind	Abs	Abs	Abs	NC
8	20/10/2023	19,1	6,89	1438	717	1,2	0	0	0	4	4	Abs	450	NC
9	20/10/2023	19,4	6,95	1449	722	0,57	0	0	0	>1100	210	7	1100	NC
10	20/10/2023	19,5	6,76	1761	884	0,37	0	0	0,07	>1100	Abs	Abs	Abs	NC
11	20/10/2023	19,5	6,83	1802	905	0,33	0	0	0	>1100	11	7	4	NC
12	20/10/2023	20	7,02	1491	744	0,28	0	0	0	>1100	Abs	Abs	4	NC
13	20/10/2023	19,8	7,08	1273	632	0,89	0	0	0,06	>1100	39	Abs	Abs	NC
14	20/10/2023	20,2	7,54	797	390	128	0	0	0,14	>1100	11	Abs	>1100	NC
15	20/10/2023	20,2	7,3	910	447	0,76	0	0	0	4	4	Abs	23	NC
16	20/10/2023	20,6	7,28	1456	726	0,31	0	0	0	210	Abs	ABS	1100	NC
17	28/10/2023	20,3	7,3	1706	896	0,42	EB	0	0	Ind	Ind	Abs	Abs	NC
18	28/10/2023	21,2	7,21	1203	596	0,54	EB	0,1	0,37	Ind	Ind	Abs	Abs	NC
19	28/10/2023	20,6	7,27	1343	667	0,14	EB	0	0	15	15	Abs	Abs	NC
20	28/10/2023	21,1	7,07	1238	613	0,28	EB	0	0	26	26	Abs	Abs	NC
21	29/10/2023	20	7,32	1513	755	0,23	EB	0	0	106	106	Abs	Abs	NC
22	29/10/2023	20,7	7,39	786	384	0,42	EB	0	0	Ind	Abs	Abs	Abs	NC
23	29/10/2023	21,1	7,24	715	349	2,2	EB	0	0,26	Ind	Ind	Abs	Abs	NC
24	29/10/2023	21,1	7,3	643	313	4,73	EB	0	0,02	Ind	Ind	Abs	Abs	NC
25	31/10/2023	19,6	7,4	661	322	0,3	EB	0	0	32	32	Abs	Abs	NC(Bactériologie)
26	31/10/2023	19,4	7,75	849	416	1,12	EB	1,22	0,35	Abs	Abs	Abs	Abs	NC(Physico-chimique)
27	31/10/2023	18,8	7,78	1247	619	0,62	EB	0	<0,03	14	Abs	Abs	Ind	NC(Bactériologie)
28	31/10/2023	18,2	7,48	865	424	2,14	EB	1,05	0	Abs	Abs	Abs	Abs	NC
29	31/10/2023	19,9	7,82	902	443	14,5	EB	0	0	Ind	Ind	Abs	14	NC(Bactériologie)
30	24/01/2024	19,1	7,35	916	450	0,25	EB	0	0	240	4	Abs	15	NC
31	24/01/2024	18,2	7,67	1339	665	0,48	EB	0	0	43	3	Abs	Abs	NC
32	24/01/2024	18,1	7,27	1528	763	0,56	0,4	0,18	0,23	Ind	Ind	Abs	49	NC
33	24/01/2024	18,3	7,13	1191	590	0,93	EB	0,08	0,86	9	Abs	Abs	7	NC
34	04/02/2024	13,4	7,6	1346	669	0,23	EB	0	0	4	Abs	Abs	4	NC
35	04/02/2024	14,2	7,71	1299	645	0,91	EB	0	0	14	4	Abs	23	NC
36	04/02/2024	14,5	7,56	1411	703	0,5	EB	/	1,18	1100	20	Abs	1100	NC
37	04/02/2024	13,7	7,67	736	359	1,26	EB	0	0	20	Abs	Abs	4	NC
38	04/02/2024	15	7,4	696	360	0,62	EB	0	0	3	3	Abs	23	NC
39	20/02/2024	17,2	7,44	1502	753	1,46	0	0	0	Ind	Ind	Abs	37	NC
40	20/02/2024	17,8	7,17	1332	662	4,1	0,4	/	/	35	35	Abs	8	NC
41	20/02/2024	17,6	7,34	755	369	0,9	0,1	0	0	Abs	Abs	Abs	Ind	NC
42	20/02/2024	17,5	7,99	1169	579	10,9	0	0	0,02	6	6	Abs	3	NC
43	20/02/2024	17,3	7,47	1488	742	0,38	0	0	0,02	40	40	Abs	7	NC
44	20/02/2024	16,9	7,49	1488	742	0,28	0	0	0,02	50	50	Abs	21	NC
45	20/02/2024	16,9	7,53	1492	744	0,37	0	0	0,01	Abs	Abs	Abs	19	NC

IV.3. Présentation et interprétation des résultats des analyses

IV.3.1. Résultats Physico-chimiques

D’après le tableau des analyses précédent, on a peu représenté les résultats physico-chimiques des 45 échantillons sous forme d’histogrammes suivants :

a. Température (T)

Les résultats d’analyse de la température sont représentés dans les histogrammes suivant:

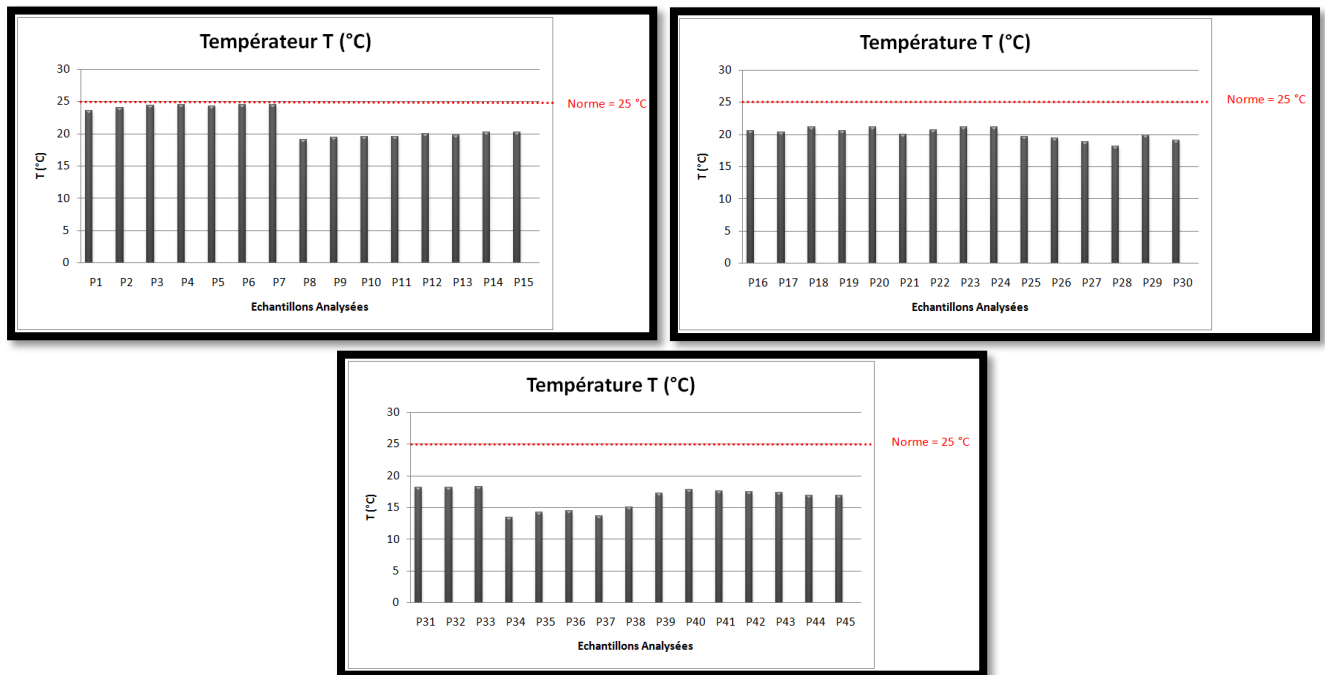


Figure IV.1: Histogrammes illustrant les résultats d’analyse de la température des échantillons prélevés.

- **Interprétation**

D’après les histogrammes on remarque que tous les échantillons prélevés ayant des valeurs de température acceptable qui varie entre 13,4 et 24,5°C.

b. pH

Les résultats d'analyse de pH sont représentés dans les histogrammes suivant:

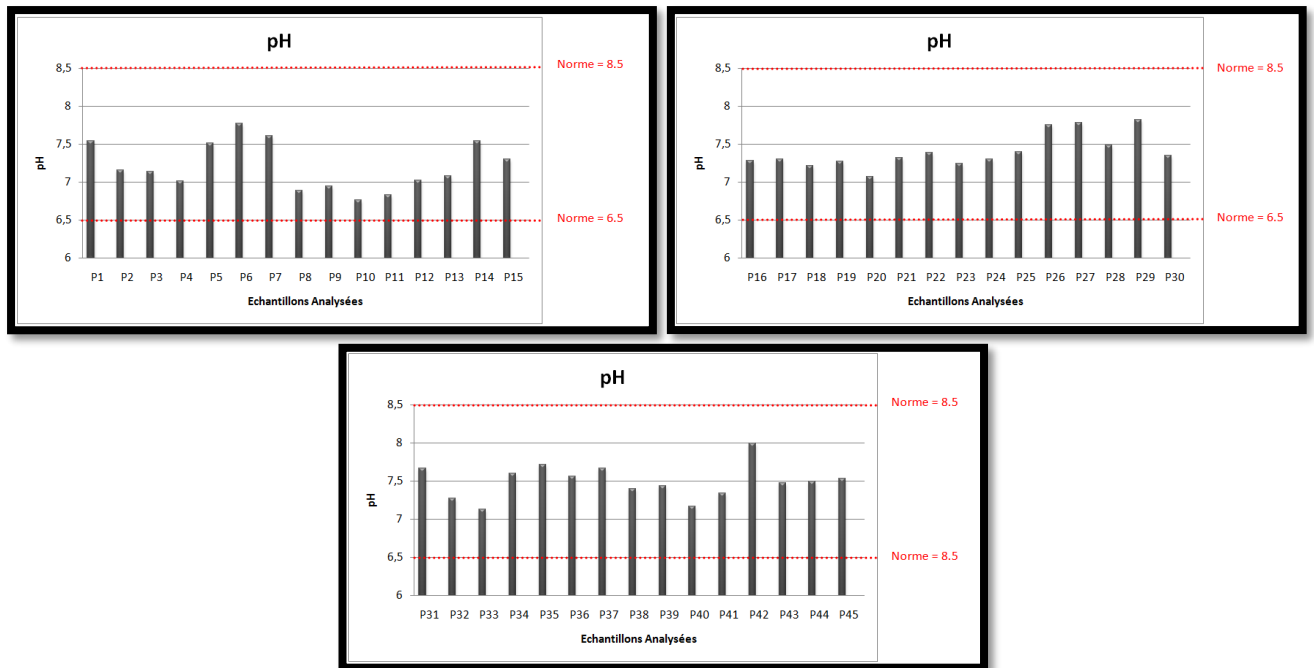


Figure IV.2: Histogrammes illustrant les résultats d'analyse de pH des échantillons prélevés.

- Interprétation**

D'après les histogrammes on remarque des valeurs acceptables de pH dans tous les échantillons prélevés, varie entre 6,76 et 7,99.

c. Conductivité

Les résultats d’analyse de la conductivité sont représentés dans les histogrammes suivant:

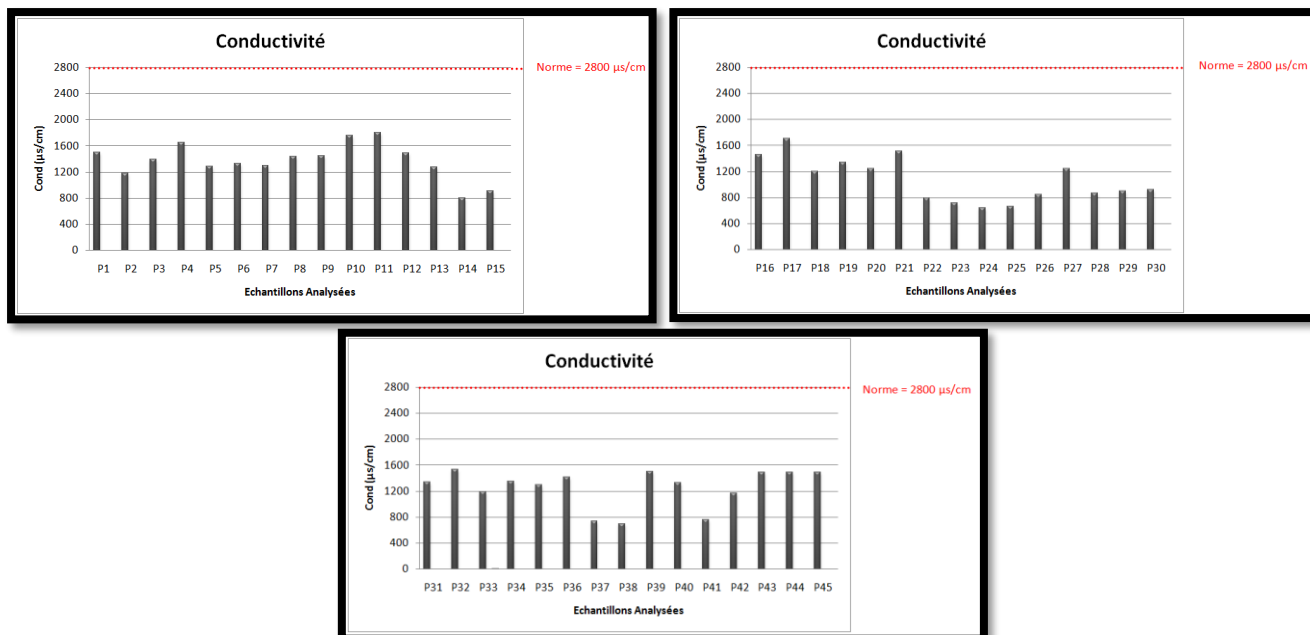


Figure IV.3: Histogrammes illustrant les résultats d’analyse de la conductivité des échantillons prélevés.

- **Interprétation**

D’après les histogrammes on remarque que tous les échantillons prélevés ont des valeurs de conductivité acceptable qui varie entre 643 et 1802 $\mu\text{s/cm}$.

d. TDS

Les résultats d'analyse de TDS sont représentés dans les histogrammes suivant:

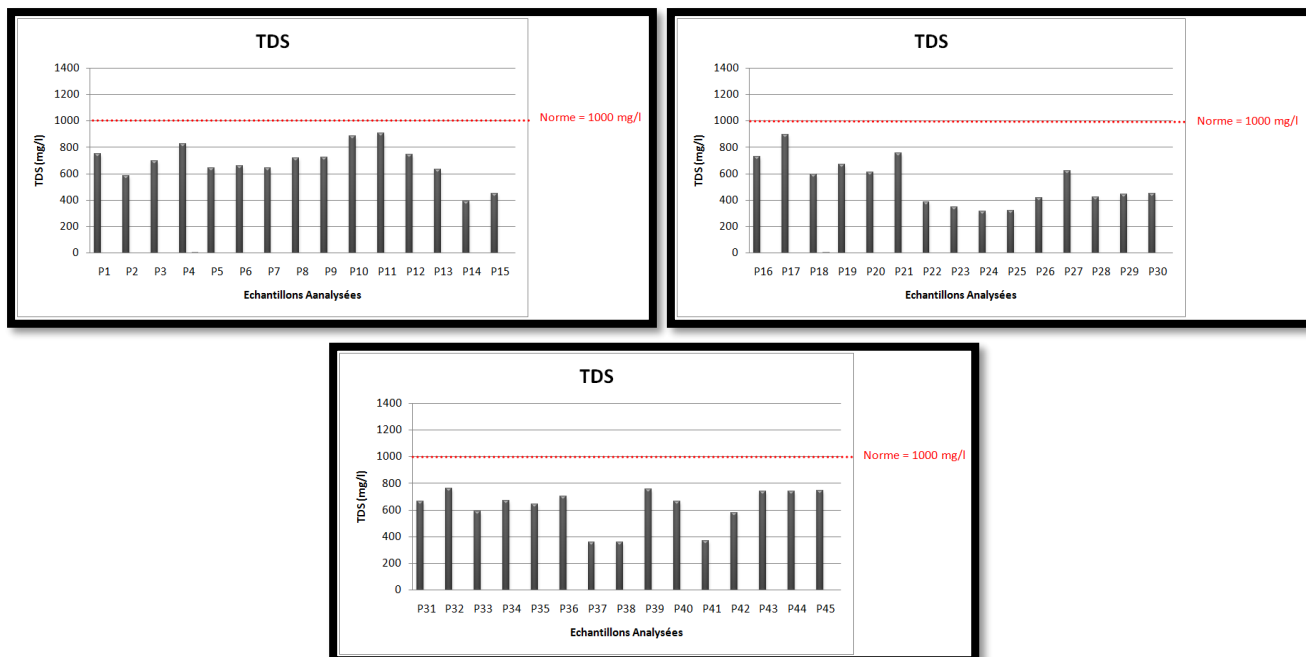


Figure IV.4: Histogrammes illustrant les résultats d'analyse de TDS des échantillons prélevés.

- **Interprétation**

D'après les histogrammes on trouve que les valeurs de TDS sont conformes à la norme de potabilité dans tous les échantillons prélevés.

e. Turbidité

Les résultats d'analyse de la turbidité sont représentés dans les histogrammes suivant:

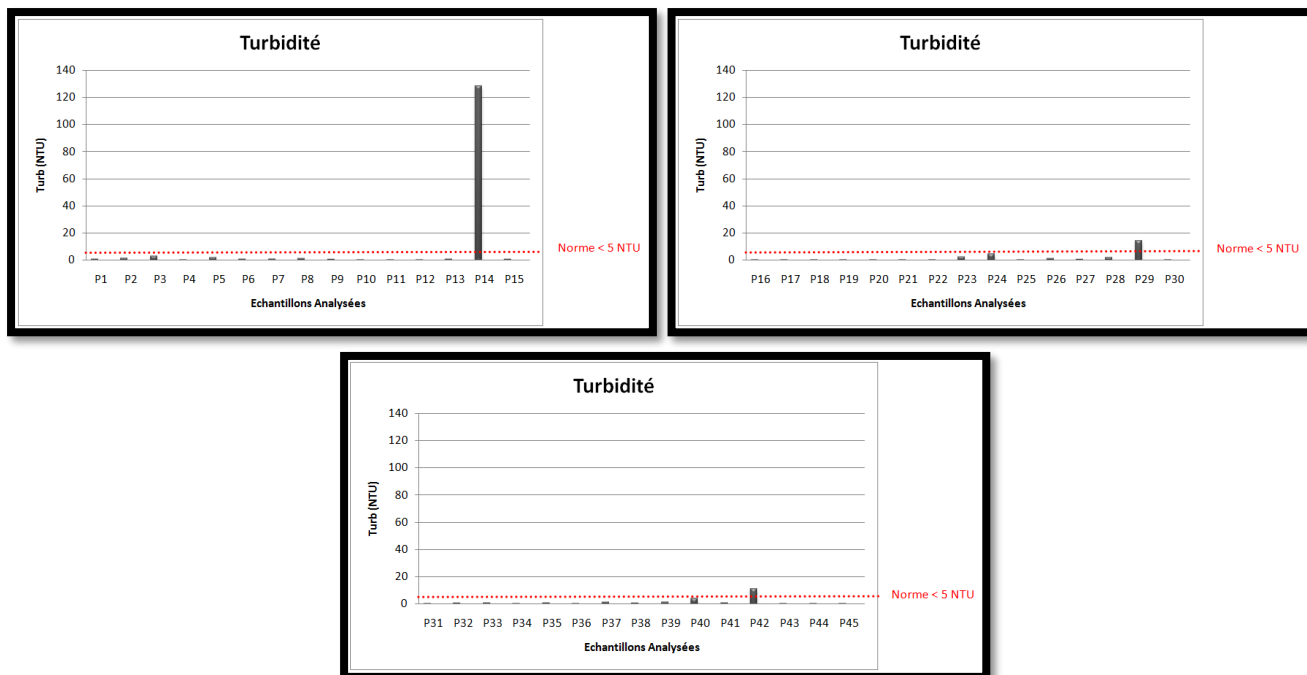


Figure IV.5: Histogrammes illustrant les résultats d'analyse de turbidité des échantillons prélevés.

- **Interprétation**

D'après les histogrammes on remarque que les valeurs de turbidité pour tous échantillons sont conformes à la norme sauf dans les échantillons 14, 29, 42.

f. Chlore

Les résultats d'analyse de chlore sont représentés dans les histogrammes suivant:

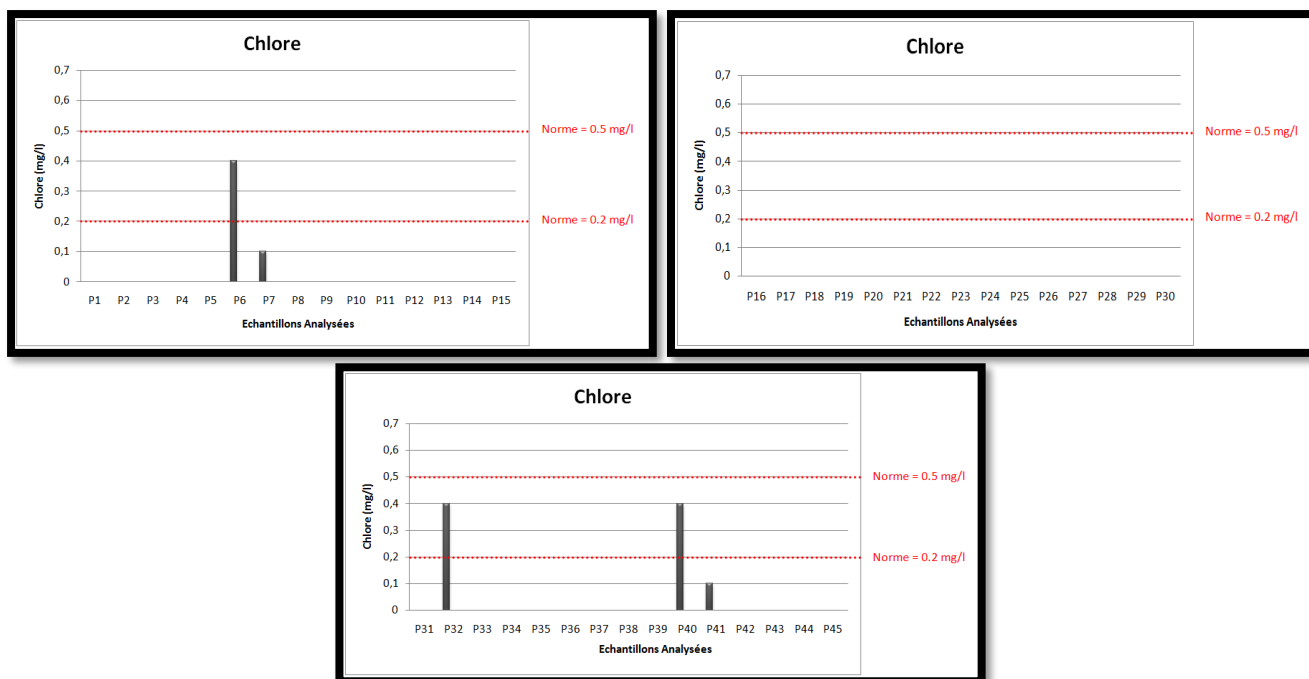


Figure IV.6: Histogrammes illustrant les résultats d'analyse de chlore des échantillons prélevés.

- **Interprétation**

D'après les histogrammes on observe que les valeurs de chlore des échantillons analysées sont conformes à la norme seulement pour les échantillons 6, 32, 40.

g. Ammonium (NH₄⁺)

Les résultats d'analyse d'ammonium sont représentés dans les histogrammes suivant:

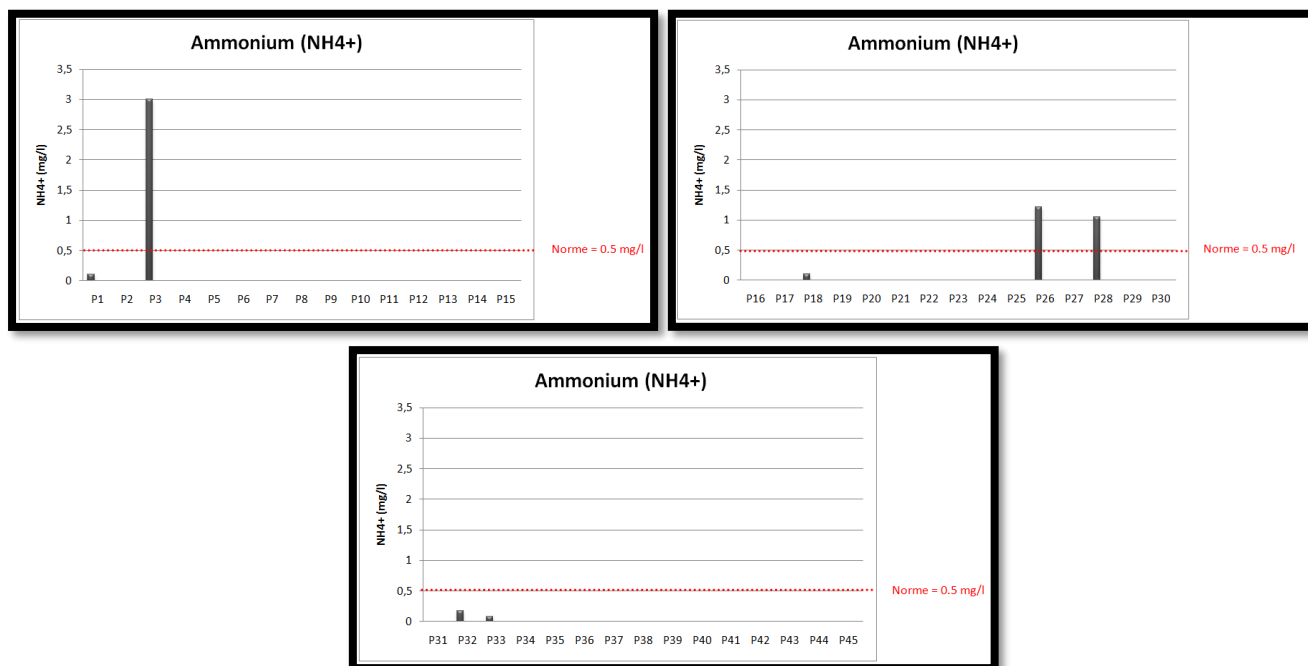


Figure IV.7: Histogrammes illustrant la présence d'ammonium dans les échantillons prélevés.

- **Interprétation**

L'ammonium (NH₄⁺) c'est un paramètre généralement présent dans les urées des êtres humain.

Dans les échantillons : 3, 26, 28, on observe une concentration élevée de NH₄⁺, dépassant la norme de 0,5 mg/l, ce qui suggère une pollution des eaux analysées provenant des infiltrations des eaux usées.

h. Les Nitrites (NO_2^-)

Les résultats d'analyse d'ammonium sont représentés dans les histogrammes suivant:

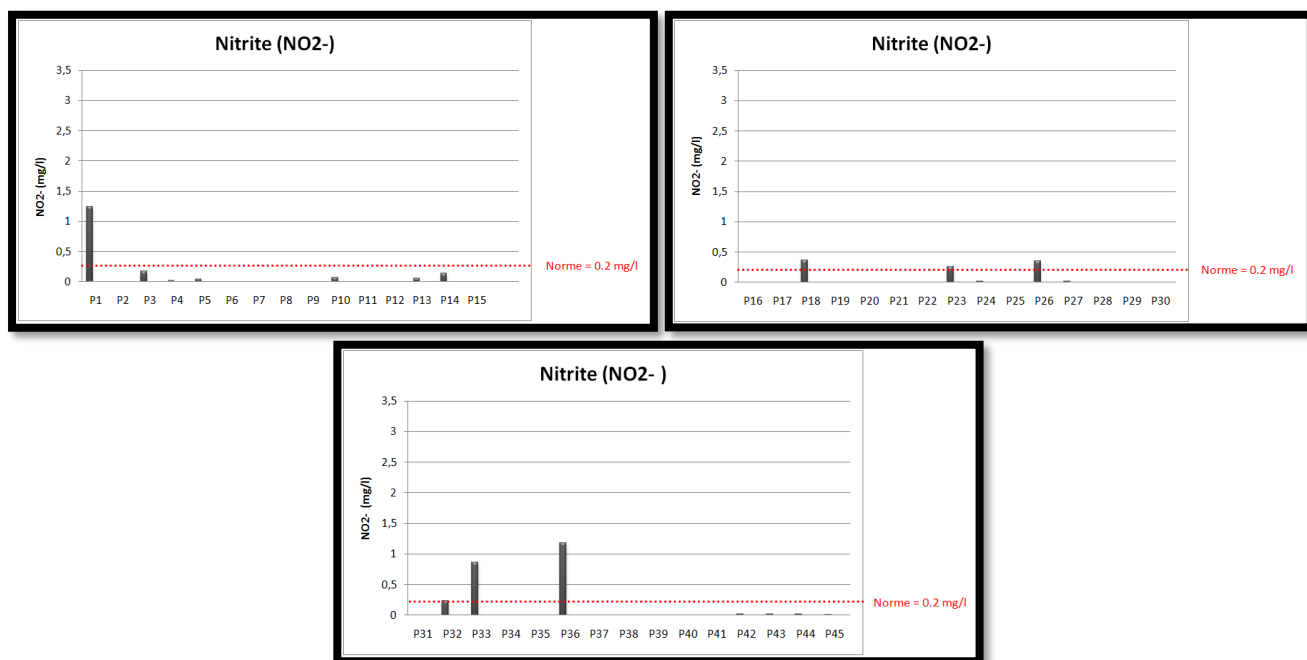


Figure IV.8: Histogrammes illustrant la présence des nitrites dans les échantillons prélevés.

- **Interprétation**

Les nitrites (NO_2^-) c'est un paramètre indique que l'eau est de mauvaise qualité physico-chimique.

Dans échantillons : 1, 18, 23, 26, 32, 33 et 36, on observe une présence de NO_2^- avec une concentration qui dépasse la norme 0.2 mg/l, cela est un révélateur d'une contamination qui peut provenir des eaux usées ou des engrais présent dans la terre.

IV.3.2. Résultats bactériologiques

D'après le tableau des analyses précédent, on a peu représenté les résultats bactériologiques des 45 échantillons sous forme d'histogrammes suivants :

a. Les Coliformes Totaux

Les résultats d'analyse des coliformes totaux sont représentés dans les histogrammes suivant:

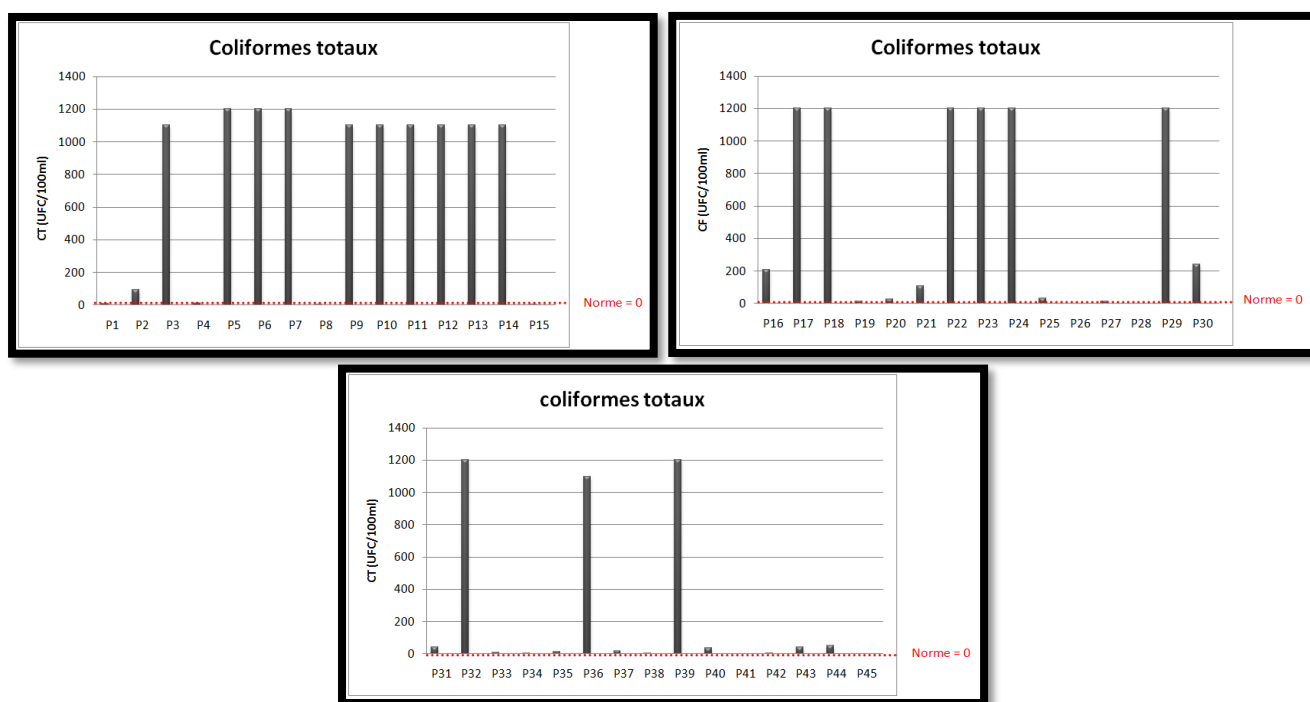


Figure IV.9: Histogrammes illustrant la présence des coliformes totaux dans les échantillons prélevés.

- **Interprétation**

D'après les histogrammes, on remarque une forte concentration des coliformes totaux qui dépasse la norme (0 selon OMS) dans tous les échantillons analysés sauf dans les puits 26, 28, 41 et 45. Ce qui indique la présence d'une contamination d'origine fécale.

b. Coliformes fécaux

Les résultats d'analyse des coliformes fécaux sont représentés dans les histogrammes suivant :

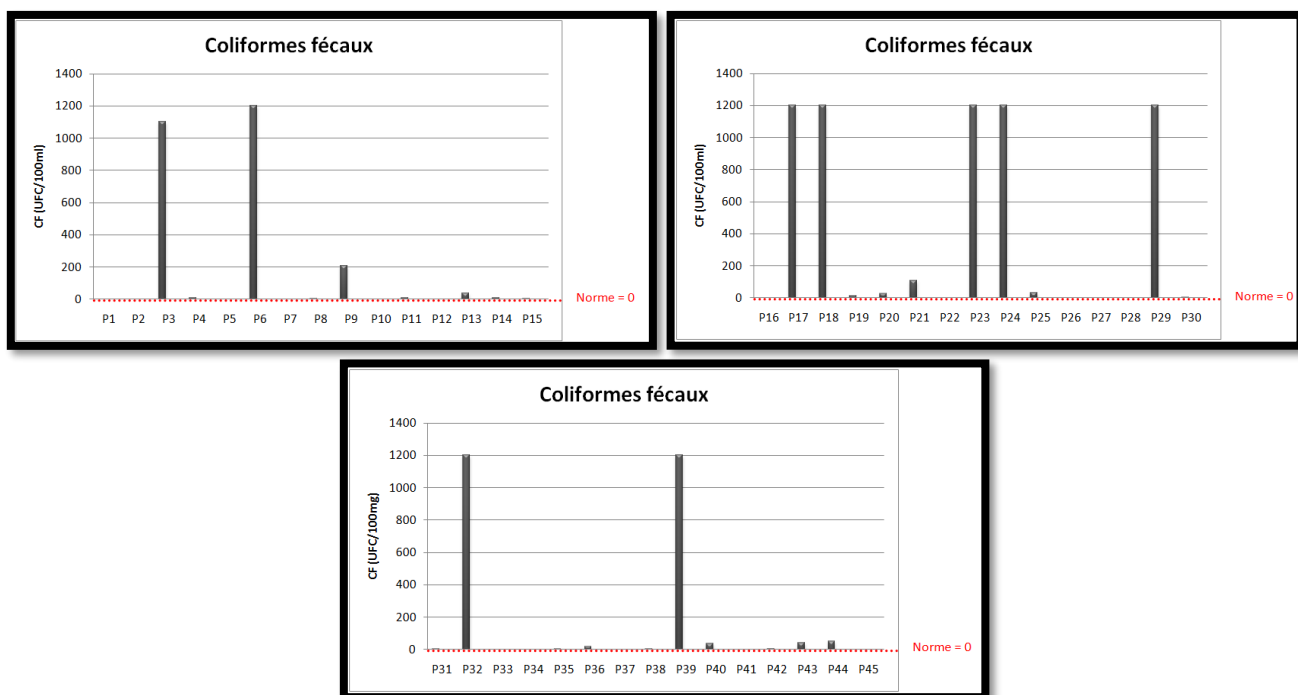


Figure IV.10: Histogrammes illustrant la présence des coliformes fécaux dans les échantillons prélevés.

- **Interprétation**

D'après les histogrammes, on remarque une présence importante qui dépasse la norme (0 selon l'OMS) des Coliformes fécaux dans les échantillons : 3, 4, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 44, ce qui indique une présence d'une contamination d'origine fécale.

c. Streptocoques Fécaux

Les résultats d'analyse des streptocoques fécaux sont représentés dans les histogrammes suivant :

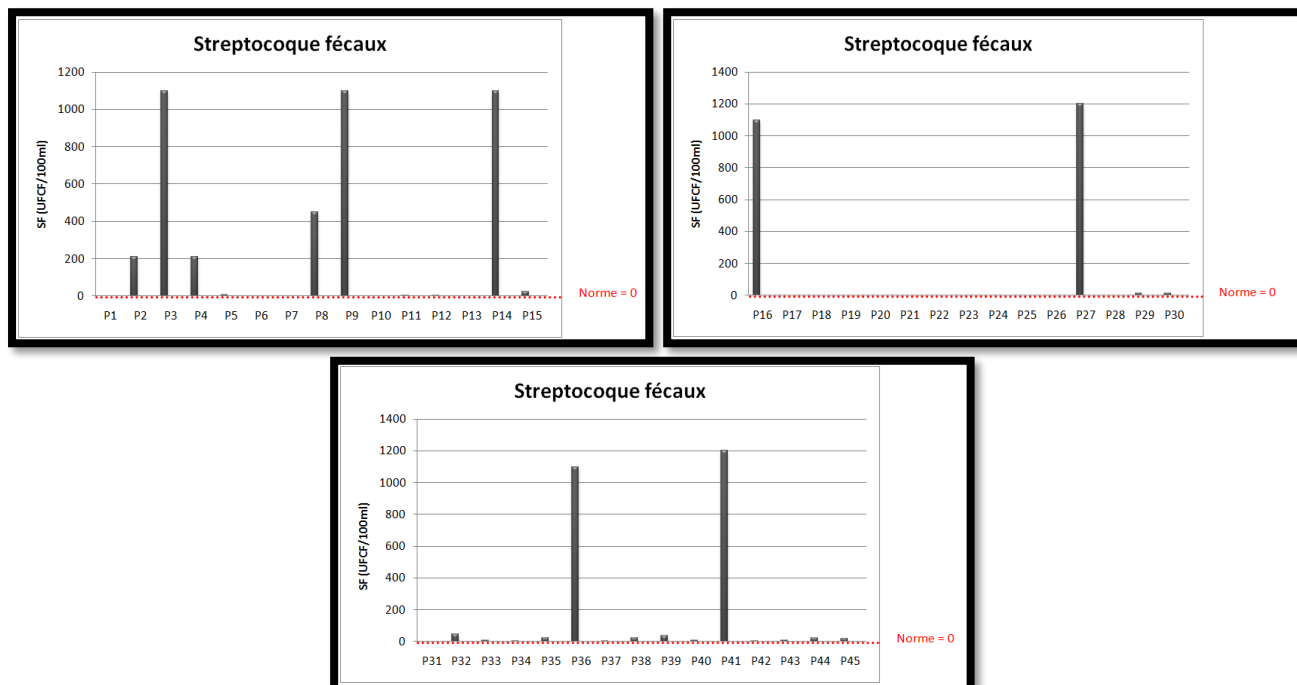


Figure IV.11: Histogrammes illustrant la présence des streptocoques fécaux dans les échantillons prélevés.

• Interprétation

Les streptocoques fécaux sont aussi des indicatrices d'une contamination d'origine fécale sauf que l'interprétation des résultats de ce type de bactéries dépend de la présence ou de l'absence des coliformes fécaux.

D'après les histogrammes, on remarque une présence des streptocoques et des coliformes fécaux dans les échantillons : 3, 4, 8, 9, 11, 14, 15, 29, 30, 32, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 44, ce qui suggère la présence d'une contamination d'origine fécale.

On remarque aussi une présence des streptocoques fécaux avec une absence des coliformes fécaux dans les échantillons : 2, 5, 12, 16, 27, 33, 34, 37, 41, 45, ce qui indique une contamination ancienne d'origine fécale.

d. Escherichia coli

Les résultats d'analyse d'Escherichia coli sont représentés dans l'histogramme suivant :

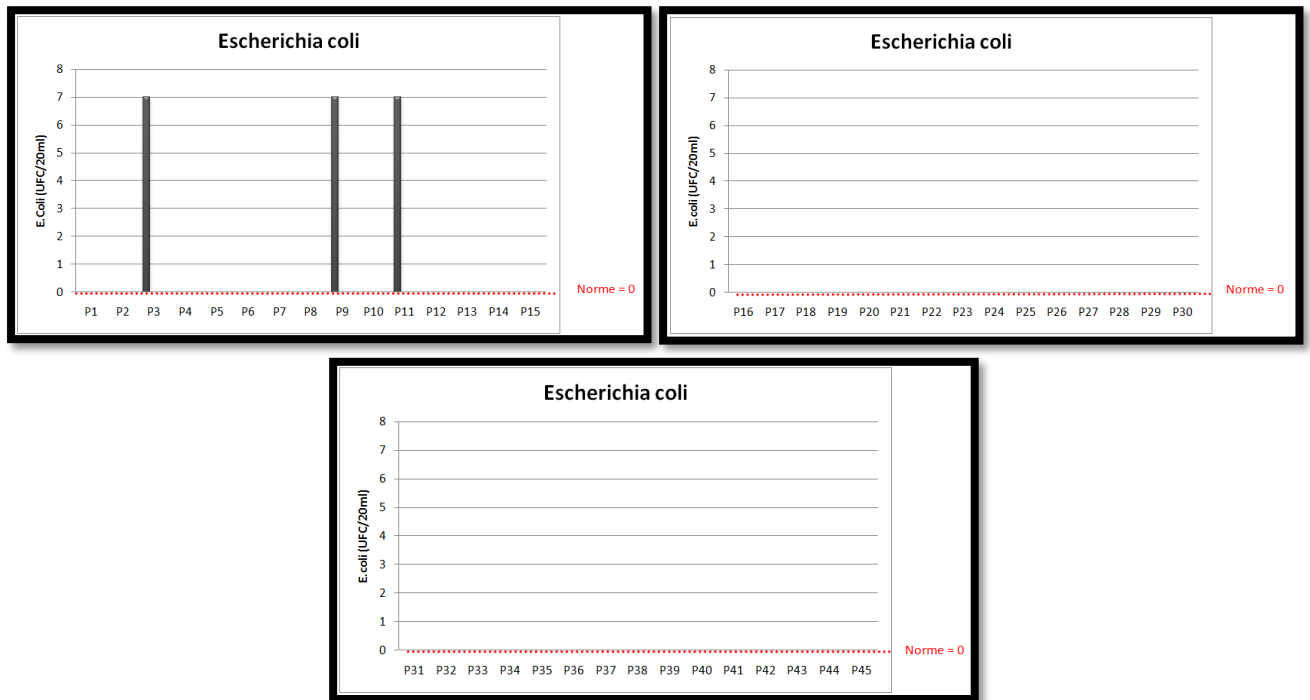


Figure IV.12: Histogramme illustrant la présence d'Escherichia coli dans les échantillons prélevés.

- **Interprétation**

D'après l'histogramme on remarque une présence qui dépasse la norme (0 selon l'OMS) d'Escherichia coli dans les échantillons : 3, 9 et 11 ce qui indique une contamination récente, étant donné que ce genre de bactéries meurt lorsqu'elle sort de son milieu naturel.

IV.4. Localisation des puits et les réservoirs contaminés

Les puits et les réservoirs contaminés, allant d'octobre 2023 à février 2024 de la commune d'Ain Bessem sont localisés dans une carte et pour mieux montrer la localisation, on a divisé la carte en 04 régions qui sont : Souk Ikhemis, Raouraoua, Sidi Yahia, la ville d'Ain Bessem

Région 01



Figure IV.13: Carte des puits contaminés de la région de Raouraoua d'octobre 2023 à février 2024.

Région 02

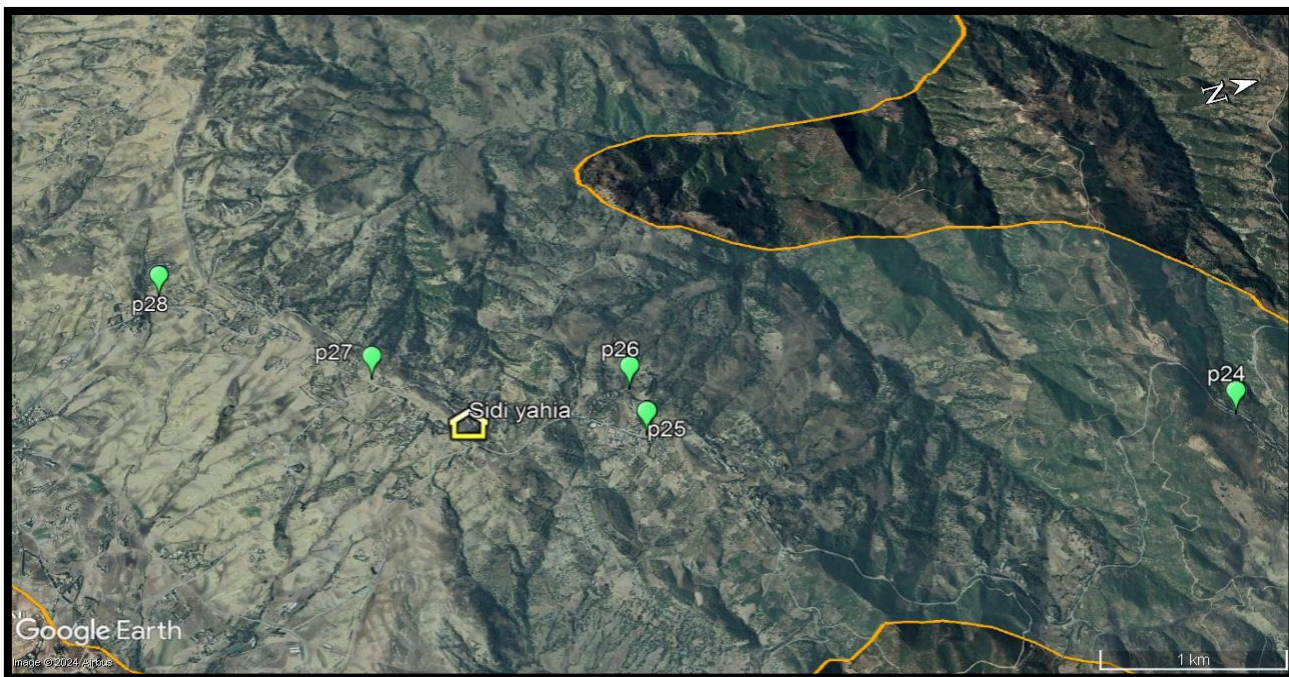


Figure IV.14: Carte des puits contaminés de la région de Sidi Yahia d'octobre 2023 à février 2024.

Région 03



Figure IV.15: Carte des puits contaminés de la ville d'Ain Bessem d'octobre 2023 à février 2024.

Région 04

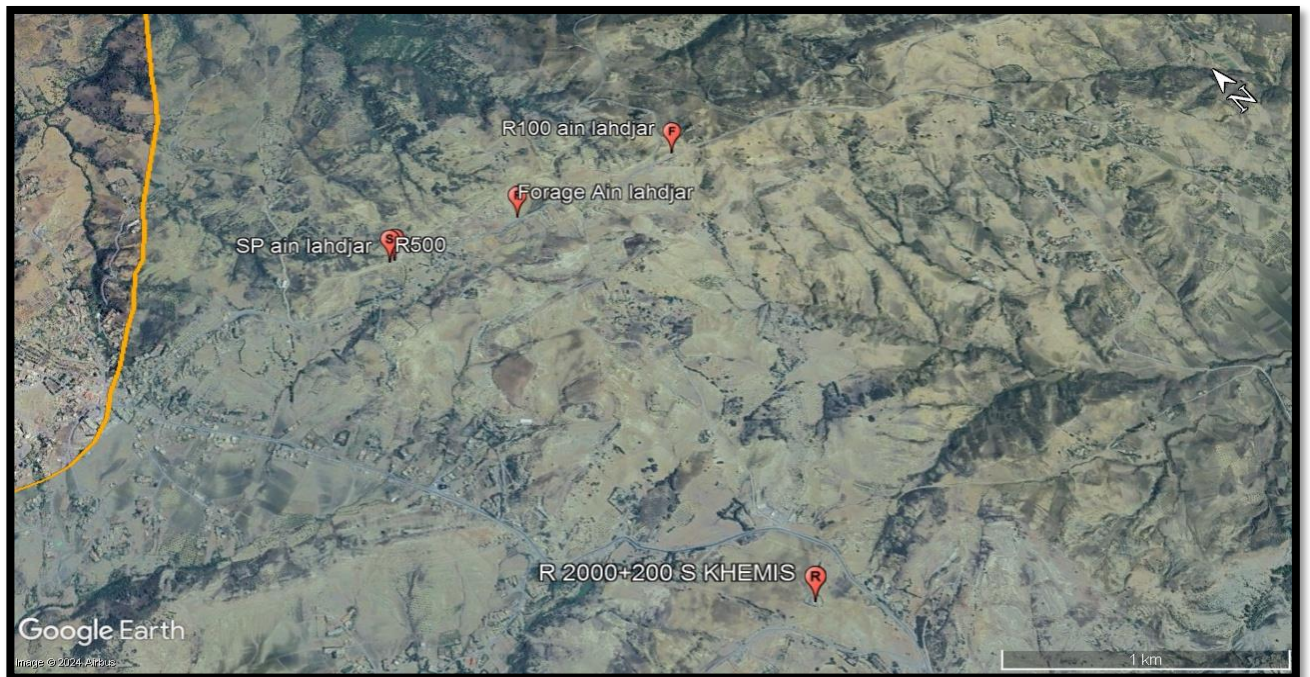


Figure IV.16: Carte des puits contaminés de région Souk Ikhemis d’octobre 2023 à février 2024.

Si on regroupe toutes les cartes détaillées de chaque région, on obtient la carte de tous les puits et les réservoirs contaminés de la région d’Ain Bessem suivante :

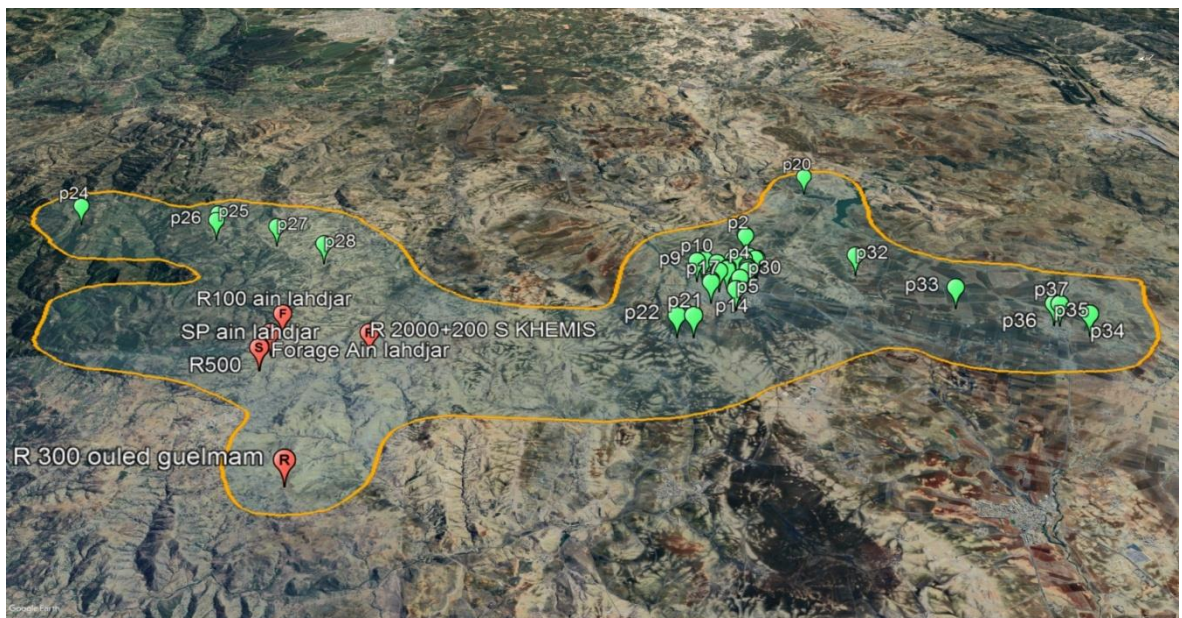


Figure IV.17: Carte des puits et les ouvrages contaminés de la zone d’Ain Bessem.

IV.5. Conclusion

En conclusion, les résultats d'analyses indiquent que les eaux analysées sont dans un état pollué et contiennent des bactéries pathogènes qui peuvent causer des maladies à transmission hydrique telle que l'hépatite A.

Pour cela, on recommande un arrêt de consommation de ces eaux et une javellisation en continu avec un contrôle quotidien pour tous les puits analysés et aussi nettoyer les réservoirs contaminés.

Conclusion Générale

Conclusion

Cette étude expose l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de 45 échantillons dans la région d'Ain Bessam allant d'octobre 2023 à février 2024.

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que les valeurs de température, pH, conductivité et TDS sont conformes aux normes de potabilité des eaux souterraines dans tous les échantillons analysés, sauf que la turbidité dépasse la norme dans les échantillons 14, 29 et 42, aussi pour le chlore on a trouvé que la plupart des eaux analysées ayant des concentrations de chlore faible ou sont des eaux brutes sauf dans les échantillons 6, 32 et 40 les concentrations sont conformes à la norme.

Concernant les paramètres de pollution on a trouvé que les valeurs de l'ammonium sont conformes à la norme de potabilité sauf dans les échantillons 3, 26 et 28. Les valeurs de nitrites aussi sont acceptables dans la plupart des eaux analysées sauf dans les 7 puits mentionné précédemment.

Les résultats d'analyses bactériologiques ressortent que les eaux présentent une forte charge bactérienne, de sorte que pour les coliformes totaux, fécaux et les streptocoques la plupart des eaux analysées déjà cité dans le chapitre précédent dépassent la norme de l'OMS. Sauf que les valeurs des concentrations d'*Escherichia coli* sont conformes dans les échantillons d'eau analysées sauf dans les 3 puits 3, 9 et 11. En effet, la présence de ce type des bactéries peut entraîner des maladies et des risques sur la santé des êtres humains si la consommation de cette eau n'a pas été arrêtée.

Parmi les maladies qui peuvent apparaître par la consommation des eaux de mauvaise qualité, on trouve l'hépatite A, qui est une maladie très dangereuse et largement répandues ces dernières années dans plusieurs régions. Prenons l'exemple de la région de notre étude Ain Bessam, dont le nombre total des malades est de 43 cas pendant la période d'Octobre 2023 à février 2024.

Le stage de fin d'étude nous a permis d'acquérir de nouvelles connaissances et aussi les méthodes d'analyses réalisé au niveau de laboratoire central de Bouira. Ainsi qu'on a appliqué quelque connaissance acquise au cours de la formation à l'institut de technologie.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

- Décret exécutif n° :01-101, du 21 avril 2001:Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire.
Convention et accords internationaux – lois et décrets, arrêtés, décisions, avis, communications et annonces.
- Ministère de l'hydraulique : <http://> Copyright Algérienne des Eaux 2022.
- Algérienne des Eaux – unité de Bouira.
- Laboratoire central-unité de Bouira.
- ANIREF/Monographie de la wilaya de BOUIRA.
- Ministère de l'intérieur des collectivités locales : <http://> MICL – 2019.
- WeatherSpark <https://weatherspark.com/countries/DZ>.
- Organisation Mondiale de la Santé : <https://www.OMS.int>.
- NA 2364 /ISO 6878-1998 (Edition 2, 2004) Qualité de l'eau — Dosage spectrométrique du phosphore en utilisant le molybdate d'ammonium: <https://www.iso.org/fr>.
- ISO 6332 (Edition 2, 1988) Qualité de l'eau-Dosage du fer — Méthode spectrométrique à la phénanthroline-1,10: <https://www.iso.org/fr>.
- RODIER 8e édition.
- NA 1655 /ISO 6058 (Edition 1, 1984) Qualité de l'eau — Dosage du calcium — Méthode titrimétrie à l'EDTA: <https://www.iso.org/fr>.
- NA6917/ISO-9297-1989 (Edition 1, 1989) Qualité de l'eau — Dosage des chlorures — Titrage au nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur (Méthode de Mohr) : <https://www.iso.org/fr>.
- NA 752 / ISO 6059 Qualité de l'eau — Dosage de la somme du calcium et du magnésium — Méthode titrimétrie à l'EDTA : <https://www.iso.org/obp/ui/fr>.
- E.KHELFAOUI, (2018/2019). LA RESURGANCE DES MALADIES A TRANSMISSION HYDRIQUE EN ALGERIE : LA COLLABORATION INTERSZCTORILLE CAS E LA WILAYA DE ZIZI-OUZOU. Tizi-Ouzou : Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

- A.REZIG, 2022. EVALUATION DE LA VULNERABILITE ET RISQUE DE POLLUTION DES EAUX SOUTERRAINES (CAS DE REGION BOUIRA).
OUARGLA : Université KasdiMerbah Ouargla, Faculté des Sciences Appliquées,
Département Génie Civil et Hydraulique.
- Registre des résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques ADE
Bouira.

Annexes

Annexes

Tableau : Table de Mac-Crady Nombre le plus probable et intervalle de confiance 3-3-3.

**NOMBRE LE PLUS PROBABLE ET INTERVALLE D'INTERVALLE DE CONFIANCE
DANS LE CAS DU SYSTEME D'ENSEMENCEMENT**

N°1

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			N.P.P dans 100 ml	Limite de confiance à 95 %	
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0,1 ml		Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	1	3	< 0,5	9
0	1	0	3	< 0,5	13
1	0	0	4	< 0,5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	149
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	379
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	1 300
3	3	1	460	71	2 400
3	3	2	1 100	150	4 800