

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

جامعة غرداية  
Université de Ghardaïa

N° d'enregistrement  
/...../...../...../.....



كلية العلوم والتكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
قسم الري والهندسة المدنية  
Département Hydraulique et Génie Civil

**Mémoire**  
Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine: Sciences et Technologies  
Filière: Hydraulique  
Spécialité: Hydraulique urbaine

**Étude comparative de la composition et de la charge  
polluante des eaux usées résidentielles et des eaux usées des  
Établissements Publics de Santé de Proximité (Ghardaïa).**

Soutenue publiquement le ...06../...06.../...2024.....

Par  
Guellaadem Boutteyna

Devant le jury composé de:

|               |     |           |                        |
|---------------|-----|-----------|------------------------|
| Meriem DJANI  | MAB | Examineur | Université de Ghardaïa |
| Lachheb SENNA | MAB | Président | Université de Ghardaïa |
| Radia HAFSI   | MCB | Encadreur | Université de Ghardaïa |

Année universitaire 2023/2024





## **Remerciement**

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Tout d'abord, merci à mes chers parents, ma mère et mon père, pour leur amour inconditionnel et leur soutien constant. Vous avez été ma source de force et d'inspiration.

Merci également à mes frères pour leur soutien et leurs encouragements tout au long de mes études.

Un remerciement spécial à ma professeure encadrante pour ses précieuses orientations, sa patience et sa confiance en mes capacités.

Enfin, merci à tous ceux qui m'ont aidé et soutenu, de près ou de loin. Votre aide a été déterminante pour ce succès.

Du fond de mon cœur, merci à tous.





## Dédicaces

Avec tout mon amour et ma gratitude, je dédie ce mémoire à ceux qui ont été mon soutien et mon appui :

À ma chère mère, source de tendresse, à mon père, symbole de force et d'inspiration, et à ma précieuse grand-mère, source de sagesse, merci pour votre soutien inconditionnel et vos prières.

À mes chers frères et leurs épouses, merci pour votre encouragement constant et vos mots gentils.

À mes chères amies, les sœurs que ma mère n'a pas mises au monde, merci pour chaque moment de rire et de soutien.

À mon fiancé bien-aimé, compagnon de route et premier soutien, merci pour ta patience, ton encouragement et ta confiance en moi.

Enfin, à tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin, votre aide a été essentielle et m'a permis d'atteindre cet accomplissement.

Grâce à vous, et avec vous, ce travail a été rendu possible.

*Boutteyna*



## **Table des matières**

### **Dédicaces**

### **Remerciement**

### **Résumé**

### **List des Tableaux**

### **Liste des figures**

### **Liste des abréviations**

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Introduction générale ..... | 02 |
|-----------------------------|----|

## **Chapitre I : revue de littérature**

|  |    |
|--|----|
| I.1. Introduction .....  | 05 |
| I.2. Qu'est-ce que les eaux usées .....                                | 05 |
| I.3. Origine des eaux usées .....                                      | 05 |
| I.4. Types d'eaux usées .....  | 05 |
| I.4.1. Eaux usées domestiques .....                                    | 05 |
| I.4.1.1. Origine des eaux usées domestiques .....                      | 06 |
| I.4.1.2. Intérêt du traitement des eaux usées domestiques .....        | 06 |
| I.4.1.3. Effet des eaux usées sur le milieu récepteur .....            | 07 |
| I.4.1.4. Caractéristiques des eaux usées domestiques .....             | 07 |
| I.4.1.5. Exemples d'études sur les eaux usées domestiques .....        | 07 |
| I.4.2. Eaux usées hospitalières .....                                  | 08 |
| I.4.2.1. Les rejets de nature spécifique à l'hôpital .....             | 09 |
| I.4.2.2. Les risques liés aux eaux usées des hôpitaux .....            | 12 |
| I.4.2.2.1. Le risque sanitaire .....                                   | 12 |
| I.4.2.2.2. Le risque infectieux .....                                  | 12 |
| I.4.2.2.3. Le risque toxique .....                                     | 13 |
| I.4.2.2.4. Le risque écologique .....                                  | 13 |
| I.4.2.2.5. Le risque de contamination des écosystèmes aquatiques ..... | 13 |
| I.4.2.3. Exemples d'études sur les eaux usées domestiques .....        | 14 |
| I.5. Conclusion .....  | 15 |

## **Chapitres II : Zone d'étude et points d'échantillonnage**

|   |    |
|---|----|
| II.1. Description de la zone d'étude .....          | 17 |
| II.1.1. Localisation géographique et régional ..... | 17 |
| II.1.2. Caractéristiques Climatiques .....          | 18 |

|   |    |
|---|----|
| II.1.3. Caractéristiques démographiques .....                                     | 20 |
| II.2. Points d'échantillonnages .....   | 20 |
| II.2.1. Eaux usées hospitalières .....  | 20 |
| II.2.2. Eaux usées domestiques .....  | 22 |
| II.2.2.1. Localisation géographique .....   | 22 |
| II.2.2.2. Services et infrastructures .....                                       | 23 |
| II.3. Procédure d'échantillonnage .....   | 23 |
| II.3.1. Matériel d'échantillonnage .....  | 23 |
| II.3.2. Protocole de prélèvement .....  | 23 |
| II.3.3. Stérilisation et désinfection de l'équipement .....                       | 23 |
| II.3.4. Conservation et transport sécurisés .....                                 | 24 |
| II.3.5. Documentation détaillée .....   | 24 |
| II.4. Paramètres à mesurer .....  | 25 |
| II.4.1. Paramètres physico-chimiques .....  | 25 |
| II.4.1.1. Température .....   | 25 |
| II.4.1.2 potentiels d'Hydrogène (pH) .....  | 25 |
| II.4.1.3 Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO <sub>5</sub> ) ..... | 25 |
| II.4.1.4 Demande Chimique en Oxygène (DCO) .....                                  | 26 |
| II.4.1.5 Matières En Suspension (MES) .....                                       | 26 |
| II.4.1.6. Azote et Phosphore .....  | 26 |
| II.4.1.7. Le Fer .....  | 28 |
| II.4.1.8. Le Cuivre .....   | 28 |
| II.4.1.9. Le manganèse .....  | 29 |
| II.4.1.10. La turbidité .....   | 29 |
| II.4.2. Paramètres microbiologiques .....   | 29 |
| II.4.2.1. Coliformes totaux .....   | 29 |
| II.5. Conclusion .....  | 30 |

### **Chapitre III : Résultats et discussion**

|  |    |
|--|----|
| III.1. Collection des échantillons .....         | 32 |
| III.2. Analyse des données .....                 | 32 |
| III.2.1. Température .....                       | 32 |
| III.2.2. Potentiels d'Hydrogène (pH) .....       | 33 |
| III.2.3. Demande Chimique en Oxygène (DCO) ..... | 35 |

|   |    |
|---|----|
| III.2.4. Matières En Suspension (MES) .....                                       | 37 |
| III.2.5. La turbidité .....   | 39 |
| III.2.6. Le Fer (Fe) .....  | 40 |
| III.2.7. Le Cuivre (Cu) .....   | 42 |
| III.2.8. Le Manganèse (Mn) .....  | 44 |
| III.2.9. Le Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) .....                                    | 45 |
| III.2.10. L'ammoniac ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) .....                             | 47 |
| III.2.11. Coliformes totaux .....   | 48 |
| III.2.12. Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours ( $\text{DBO}_5$ ) ..... | 50 |
| III.3. Analyse comparative des résultats .....                                    | 53 |
| III.4. Impact sur les écosystèmes aquatiques .....                                | 54 |
| III.5. Impact sur la santé publique .....   | 56 |
| III.6. Conclusion .....   | 56 |
| Conclusion générale .....   | 59 |

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

## Liste des Tableaux

| N° | Titre   | Page |
|----|---|------|
| 01 | Composants majeurs typique d'eau usée domestique                      | 7    |
| 02 | Températures mensuelles en °C de la région de Ghardaïa durant l'année | 18   |
| 03 | Pluviométrie mensuelle moyenne à Ghardaia durant l'année 2023         | 19   |
| 04 | Caractéristiques des polycliniques échantillonnées                    | 22   |
| 05 | Variations spatiales de la température                                | 32   |
| 06 | Variations spatiales de Potentiels d'Hydrogène (pH)                   | 33   |
| 07 | Variations spatiales de Demande Chimique en Oxygène (DCO)             | 35   |
| 08 | Variations spatiales de Matières En Suspension (MES)                  | 37   |
| 09 | Variations spatiales de la turbidité                                  | 39   |
| 10 | Variations spatiales de la concentration de Fer                       | 40   |
| 11 | Variations spatiales de la concentration de Cuivre                    | 42   |
| 12 | Variations spatiales de la concentration de Manganèse                 | 44   |
| 13 | Variations spatiales de la concentration de Nitrite                   | 45   |
| 14 | Variations spatiales de la concentration de l'ammoniac                | 47   |
| 15 | Variations spatiales de la concentration de Coliformes totaux         | 48   |
| 16 | Variation spatio-temporelle de la DBO <sub>5</sub>                    | 50   |
| 17 | Variations spatiales de la concentration de la DBO <sub>5</sub>       | 50   |

## Liste des figures

| N° | Titre  | Page |
|----|--|------|
| 01 | Localisation géographique de province de Ghardaïa  | 17   |
| 02 | Températures mensuelles en °C de la région de Ghardaïa durant l'année 2023                     | 19   |
| 03 | Pluviométrie mensuelle moyenne à Ghardaïa durant l'année 2023                                  | 19   |
| 04 | La situation géographique de chaque polyclinique : (1) Metlili, (2) Noumerate, (3) Oued Nechou | 21   |
| 05 | Localisation géographique de point d'échantillonnage de l'eaux usées Domestique                | 23   |
| 06 | Documentation de chaque échantillon  | 24   |
| 07 | Schéma des composées azotées   | 27   |
| 08 | Variations spatiales de la température   | 33   |
| 09 | Variations spatiales de Potentiels d'Hydrogène (pH)  | 35   |
| 10 | Variations spatiales de Demande Chimique en Oxygène (DCO)                                      | 37   |
| 11 | Variations spatiales de Matières En Suspension (MES)   | 39   |
| 12 | Variations spatiales de la turbidité   | 40   |
| 13 | Variations spatiales de la concentration de Fer  | 42   |
| 14 | Variations spatiales de la concentration de Cuivre   | 43   |
| 15 | Variations spatiales de la concentration de Manganèse  | 45   |
| 16 | Variations spatiales de la concentration de Nitrite  | 46   |
| 17 | Variations spatiales de la concentration de l'ammoniac   | 48   |
| 18 | Variations spatiales de la concentration de Coliformes totaux                                  | 50   |
| 19 | Variation spatio-temporelle de la DBO <sub>5</sub>   | 51   |
| 20 | Larves de moustiques   | 52   |
| 21 | Variations spatiales de la concentration de la DBO <sub>5</sub>                                | 53   |

## Liste des abréviations

**pH** : Potential d'hydrogène.

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène.

**MES** : Matière En Suspension.

**NTU** : Unité de turbidité néphélométrique.

**Fe** : Fer.

**Cu** : Cuivre.

**Mn** : Manganèse.

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

**NH<sub>3</sub>-N** : L'azote ammoniacal.

**DBO** : Demande Biochimique en Oxygène.

**NPP** : la méthode du nombre plus probable

**MO** : matière organique

**WWG** : eaux usées domestiques épurées par les plantes

**STEP** : station d'épuration des eaux usées

**D.P.S.B** : Direction De La Programmation Et Du Suivi Budgétaires

**UFC** : Unité Formant des Colonies

**CHU** : centre hospitalier universitaire.

**ppb** : (parties par billion)

**ppm**: (parties par million)

## Résumé :

Cette étude compare la composition et la charge polluante des eaux usées domestique et hospitalières à Ghardaïa, cruciales pour la gestion durable de l'environnement et la santé publique. En raison des activités humaines, la pollution de l'eau est exacerbée par les effluents hospitaliers riches en micropolluants, perturbateurs endocriniens et médicaments, souvent non traités. Des échantillons ont été prélevés dans trois hôpitaux et une zone résidentielle, puis analysés pour divers paramètres physico-chimiques et microbiologiques. Les résultats montrent des variations significatives dans la demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension (MES), et la présence de métaux comme le cuivre, le manganèse et le fer. La contamination bactérienne, notamment en coliformes totaux, est élevée dans tous les échantillons, indiquant des niveaux de pollution variés nécessitant des mesures de gestion et de traitement différenciées. L'étude souligne l'importance d'une surveillance continue et de mesures d'atténuation pour protéger la santé publique et les écosystèmes aquatiques. Elle recommande d'ajouter plusieurs points de prélèvement et de développer des procédés de prétraitement spécifiques dans les hôpitaux, utilisant des technologies avancées de filtration et de traitement biologique pour réduire significativement la charge de polluants à la source, promouvant ainsi une gestion durable des ressources en eau.

**Mots clés :** Pollution de l'eau, eaux usées domestiques, eaux usées hospitalière, paramètres physicochimique, santé publique, Ghardaïa.

## المخلص:

تُقارن هذه الدراسة بين تركيب وحمولة الملوثات في مياه الصرف الصحي المنزلية والمستشفيات في غرداية، وهي مسألة حيوية لإدارة البيئة المستدامة والصحة العامة. بسبب الأنشطة البشرية، تتفاقم تلوث المياه بفعل المياه العادمة للمستشفيات التي تحتوي على الملوثات الدقيقة، ومضادات الغدد الصماء، والأدوية، وغالبًا ما تكون غير معالجة. تم أخذ عينات من ثلاثة مستشفيات ومنطقة سكنية، ثم تحليلها لمختلف المعايير الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية. أظهرت النتائج وجود تفاوتات كبيرة في الطلب الكيميائي على الأكسجين (DCO)، والمواد الصلبة المعلقة (MES)، ووجود معادن مثل النحاس، والمنغنيز، والحديد. كانت التلوثات البكتيرية، خاصةً الكوليفورم الكلي، مرتفعة في جميع العينات، مما يشير إلى مستويات تلوث متفاوتة تتطلب تدابير إدارة ومعالجة مختلفة. تؤكد الدراسة على أهمية المراقبة المستمرة واتخاذ تدابير التخفيف لحماية الصحة العامة والنظم البيئية المائية. توصي الدراسة بإضافة نقاط أخذ عينات متعددة وتطوير إجراءات معالجة مسبقة محددة في المستشفيات باستخدام تقنيات متقدمة للترشيح والمعالجة البيولوجية لتقليل حمولة الملوثات بشكل كبير عند المصدر، مما يعزز إدارة مستدامة لموارد المياه.

**الكلمات المفتاحية:** تلوث المياه، مياه الصرف الصحي المنزلية، مياه الصرف الصحي في المستشفيات، المعايير الفيزيائية والكيميائية، الصحة العامة، غرداية.

**Abstract :**

This study compares the composition and pollutant load of domestic and hospital wastewater in Ghardaïa, which are crucial for sustainable environmental management and public health. Due to human activities, water pollution is exacerbated by hospital effluents rich in micropollutants, endocrine disruptors, and medications, often untreated. Samples were taken from three hospitals and a residential area, then analyzed for various physico-chemical and microbiological parameters. The results show significant variations in chemical oxygen demand (COD), suspended solids (SS), and the presence of metals such as copper, manganese, and iron. Bacterial contamination, especially total coliforms, was high in all samples, indicating varying levels of pollution requiring differentiated management and treatment measures. The study emphasizes the importance of continuous monitoring and mitigation measures to protect public health and aquatic ecosystems. It recommends adding several sampling points and developing specific pre-treatment processes in hospitals using advanced filtration and biological treatment technologies to significantly reduce pollutant loads at the source, thus promoting sustainable water resource management.

**Keywords:** Water pollution, domestic wastewater, hospital wastewater, physico-chemical parameters, public health, Ghardaïa.

# **INTRODUCTION GENERALE**

### **Introduction générale :**

En raison de l'activité humaine, la pollution de l'eau est devenue un défi mondial. Cela soulève d'importantes préoccupations, en particulier en ce qui concerne la présence et le risque de produits pharmaceutiques, d'autres composés chimiques et de microorganismes pathogènes dans les eaux usées. La pollution de l'eau est une conséquence de la production industrielle, de la recherche en laboratoire, de la forte consommation de médicaments et, parmi autre, de l'existence d'établissements de santé.

Les établissements de santé relèvent d'un secteur nécessitant une grande consommation d'eau et sont connus pour la variété et les taux élevés de pollution des eaux usées. La quantité et les caractéristiques des eaux usées générées par les hôpitaux varient considérablement en fonction des types de services fournis par les établissements, du nombre de lits, du nombre de patients et de la disponibilité des laboratoires. Eaux usées hospitalières générées par divers services (laboratoires, chirurgie, polyclinique, blanchisserie, cuisine, etc.) contient une large gamme de micropolluants, perturbateurs endocriniens, autres médicaments, etc.) à diverses concentrations [1, 2].

En tant que principale source de micropolluants dans l'environnement, de nombreuses études pointent vers le rejet des eaux usées des hôpitaux en raison du fait que les concentrations de micropolluants dans les eaux usées des hôpitaux sont beaucoup plus élevées que celles des eaux usées municipales [3-6]. D'autre part, les eaux usées hospitalières sont considérées comme ayant des caractéristiques polluantes similaires aux eaux usées domestiques en termes de paramètres conventionnels. Par conséquent, il est généralement rejeté directement dans les égouts sans aucun prétraitement dans de nombreux pays s'il y a une conduite à proximité [7]. Cela soulève d'importantes préoccupations, en particulier en ce qui concerne la présence et le danger de médicaments, d'autres composés chimiques et de microorganismes pathogènes dans les eaux usées, par conséquent, soulève la nécessité de mener des études sur la qualité des eaux usées hospitalières à la source, sans traitement préalable.

Cette étude s'inscrit dans une perspective de gestion durable de l'environnement et de préservation de la santé publique. Comment les caractéristiques distinctes des eaux usées domestiques et hospitalières influent-elles sur la composition chimique et biologique des rejets, et quelles sont les implications directes sur nos écosystèmes aquatiques et la sécurité sanitaire de nos communautés ?

## **INTRODUCTION GENERALE**

---

Cette problématique met en lumière l'importance cruciale de comprendre la nature des contaminants dans ces deux sources d'eaux usées, étant donné leur impact potentiel sur les ressources en eau, la biodiversité et la santé humaine.

Pour mener cette étude et analyse des eaux usées dans les hôpitaux, trois petits hôpitaux ont été sélectionnés dans l'État de Ghardaïa, et un point de prélèvement des eaux usées domestique a titre comparatif, où des échantillons d'eaux usées ont été prélevés et analysés au niveau de deux laboratoires, laboratoire hydrochimie de l'université de Ghardaïa et Laboratoire de contrôle de la qualité et de contrôle de la résolution – EL Guerrara, Ghardaïa (Voir annexe 03). Plusieurs méthodes ont été utilisées afin de mesurer les différents paramètres physicochimiques, à noter la colorimétrie, la photométrie, la manométrie, la filtration-Gravimétrie, spectrophotométrie et la méthode du nombre plus probable (NPP) (voir annexe 01 et 02).

Cette thèse, présentant les travaux de recherche achevés, a été divisée comme suit:

Le chapitre 1<sup>er</sup> est consacré à la présentation de la synthèse bibliographique, en se concentrant sur les eaux usées hospitalières, domestiques et les paramètres analysés.

Le 2<sup>ème</sup> chapitre est consacré à une revue de la méthodologie de recherche, au cours de laquelle la localisation géographique de l'étude, les échantillons prélevés et les techniques utilisées pour traiter les données sont présentés.

Le 3<sup>ème</sup> chapitre est consacré à la présentation des résultats.

Le 4<sup>ème</sup> Chapitre pour la discussion et l'interprétation des résultats obtenus.

Enfin, une conclusion générale clôturera ce travail.

**CHAPITRE I :**  
**REVUES DE**  
**LITTERATURE**

## **Chapitre I : revue de littérature :**

### **I.1. Introduction :**

La pollution des eaux dans son sens le plus large est défini comme « tout changement défavorable des caractéristiques naturelles biologiques ou physico chimiques dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines » [8].

Ce premier chapitre présente quelques concepts généraux sur les eaux usées. Nous allons présenter les différents types d'eaux usées. Ensuite, nous identifierons les propriétés physiques et chimiques des eaux usées et leur impact sur la santé et l'environnement. Nous proposerons également un état de l'art sur les eaux usées domestiques et hospitalières.

### **I.2. Qu'est-ce que les eaux usées ?**

Les eaux usées sont des eaux générées après l'utilisation d'eau douce, d'eau brute, d'eau potable ou d'eau salée dans une variété d'applications ou de procédés délibérés [9]. Une autre définition des eaux usées est "l'eau usée provenant de toute combinaison d'activités domestiques, industrielles, commerciales ou agricoles, des eaux de ruissellement / pluviales de surface et de toute entrée d'égout ou infiltration d'égout".

Généralement, on appelle eaux usées toutes eaux polluées. Polluées dans ce contexte veut dire souillées par des activités humaines. Les activités humaines englobent énormément de choses : un bain, une chasse d'eau, une production industrielle, ... etc [10].

### **I.3. Origine des eaux usées :**

Une eau est considérée comme « usée » lorsque son état et sa composition sont modifiés par les actions anthropiques, de manière à ce qu'elle soit difficilement utilisable pour tous ou pour certains usages, auxquels elle devrait servir à l'état naturel. De manière générale, une eau usée encore appelée eau résiduaire est une eau qui a subi une détérioration après usage. Suivant l'origine des substances polluantes on distingue quatre catégories d'eaux usées [11, 12].

### **I.4. Types d'eaux usées :**

En fonction de leur origine et de leurs propriétés physiques et chimiques, les eaux usées peuvent être classées en plusieurs types:

#### **I.4.1. Eaux usées domestiques :**

Elles sont constituées d'une part des eaux vannes encore appelées « eaux noires » issues des toilettes et chargées des matières organiques azotées, de germes fécaux, et d'autre part des eaux grises provenant des ménages (lavabo, lessiveuse, baignoire, ...) et des rejets issus essentiellement des activités ménagères [13].

Les eaux usées domestiques sont porteuses de pollution organique. Elles ont pour origine les WC, les salles de bains, cuisines, et sont généralement chargées en détergents, graisses, solvants, et débris organiques, ... etc [14]. Les eaux usées domestiques sont riches en matières organiques biodégradables.

#### **I.4.1.1. Origine des eaux usées domestiques :**

##### **- Eaux ménagères :**

Les eaux ménagères, appelées aussi eaux grises, proviennent de la cuisine, de la salle de bain, de la machine à laver, ce sont des eaux chargées de détergents et de savons mais aussi de graisses, provenant de la vaisselle et déchets de la nourriture [8].

##### **- Eaux vannes :**

Sont les eaux usées issues des sanitaires. Elles contiennent diverses substances plus polluantes ou plus difficiles à éliminer, tels que des matières fécales, des produits cosmétiques. Elles peuvent être un danger pour la santé car elles véhiculent des maladies d'origine virale et bactérienne.

Les eaux vannes (ou eaux noires) sont des eaux chargées de matières fécales et d'urine, issues des toilettes. Ces eaux contiennent aussi des germes pathogènes [8].

##### **- Eaux pluviales :**

Ce sont des eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les jardins, les espaces verts, les voies publiques. Les marchés hebdomadaires entraînent toutes sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des déchets végétaux, etc..., ainsi que toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc [15].

Elles peuvent aussi constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes sèches. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds).

#### **I.4.1.2. Intérêt du traitement des eaux usées domestiques :**

Le niveau de vie de la population, ainsi que le niveau d'urbanisation dans nos agglomérations ont généré des eaux usées domestiques très diverses de par leur qualité et leur quantité. Le processus d'épuration naturelle ne suffit plus, et les cours d'eau sont de plus en plus pollués. De ce fait, le traitement des eaux usées domestiques est d'autant plus difficile qu'il exige des techniques de plus en plus performantes [8].

**I.4.1.3. Effet des eaux usées sur le milieu récepteur :**

Les composés chimiques toxiques contenus dans les eaux usées domestiques sont très persistants et ayant une grande lipophilicité, on peut citer entre autres les hydrocarbures polycycliques, les alkyles-phénols, chlorophénols, phtalates, les pesticides et les résidus pharmaceutiques actifs. Certains composés ont un pouvoir de perturber le système endocrinien, tels que les hydrocarbures, les polycycliques aromatiques et les alkyles phénols. Selon [16], plusieurs environnements aquatiques ont été pollués par ces composés, notamment les mers et les rivières, où on observe les marées noires qui causent la mort des poissons suite à l'intoxication due à ces composés [8].

**I.4.1.4. Caractéristiques des eaux usées domestiques**

La composition des eaux usées varie selon la source. Ils peuvent contenir de nombreuses substances sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes. En fonction de leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques et des dangers qu'elles représentent pour la santé, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les matières en suspension, les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques et les nutriments [17].

**Tableau 1:** Composants majeurs typique d'eau usée domestique [17].

| Constituants                       | Concentration (mg/l) |       |        |
|------------------------------------|----------------------|-------|--------|
|                                    | Fort                 | Moyen | Faible |
| Solides totaux                     | 1200                 | 700   | 350    |
| Solides dissous (TDS)              | 850                  | 500   | 250    |
| Solide suspendus                   | 350                  | 200   | 100    |
| Azote (en N)                       | 85                   | 40    | 20     |
| Phosphore (en P)                   | 20                   | 10    | 6      |
| Chlore l                           | 100                  | 50    | 30     |
| Alcalinité (en CaCO <sub>3</sub> ) | 200                  | 100   | 50     |
| Graisses                           | 150                  | 100   | 50     |
| DBO <sub>5</sub>                   | 300                  | 200   | 100    |

**I.4.1.5. Exemples d'études sur les eaux usées domestiques :**

Hadjout Kahina [8], a fait une Caractérisation des eaux usées domestiques de la STEP Sid Ali Lebhar. Détermination de leurs paramètres physico-chimiques, biologiques et bactériologiques en vue de la possibilité de leur rejet dans l'environnement. La caractérisation physicochimique

des eaux usées traitées a révélé des taux d'abattement de MES de 98%, la DCO de 91% et la DBO<sub>5</sub> de 96%. L'analyse a montré l'absence de bactéries pathogènes telles que la salmonelle, vibrion cholérique, ainsi que les streptocoques fécaux. Les nitrites sont par contre mal gérés par la STEP, car des concentrations supérieures sont observées en sortie, mais restant dans les normes. L'indice de boue est aussi mal maîtrisé par la STEP, car il dépasse les normes en vigueur.

Bachi et Bissati [18], ont fait une étude sur les caractéristiques des eaux usées domestiques épurées par les plantes (WWG), cas de la station du vieux ksar de Temacine, Algérie. Les résultats des analyses obtenus, montrent la capacité de ce système dans l'élimination des matières en suspension, ils ont enregistré une valeur minimale de 24,57 mg/l en aval de la station, d'où la turbidité faible et la couleur très claire de l'eau à ce niveau. L'abattement des matières en suspension, contribue donc à un meilleur rendement sur la DBO<sub>5</sub> et la DCO, les quantités de DBO<sub>5</sub>, atteignent des valeurs minimales au niveau du boîtier de contrôle (45,66 mg/l d'oxygène) en hiver, et 51,00 mg/l d'oxygène, a été enregistré comme minimum de DCO en automne), cette technique a montré ainsi que l'eau de cette station est de bonne qualité bactériologique, cependant elle s'est caractérisée avec une salinité très élevée (CE > 5 ds/m).

Alex Lina Aleke [19], a fait une étude d'évaluation des charges polluantes (domestiques et industrielles) arrivant au lac kivu dans la ville de bukavu, rd. Congo. Les flux de pollution quotidiennement déversés dans le lac varient de 2165 kg à 5974 kg DBO<sub>5</sub> en saison sèche et de 5303 kg à 14270 kg DBO<sub>5</sub> en saison des pluies. La pollution microbiologique, mesurée en coliformes fécaux et en œufs de parasites, est également élevée. Onze taxons de parasites ont été identifiés, notamment *Ascaris sp.*, *Giardia lamblia*, et *Schistosoma mansoni*. La rivière Kahwa est la plus polluée. En ce qui concerne les pollutions industrielles, la brasserie Bralima utilise en moyenne 5,1 litres d'eau par litre de boisson produite, générant des pollutions importantes avant traitement. La Pharmakina, quant à elle, rejette directement dans le lac Kivu 1229,2 kg de DCO par jour sans traitement, posant de graves risques environnementaux.

#### **I.4.2. Eaux usées hospitalières :**

Les eaux usées hospitalières sont des rejets liquides des activités de soins composées à la fois de rejets domestiques et industriels spécifique à l'hôpital [20].

Les rejets médicamenteux : Les médicaments utilisés dans les établissements de santé sont variés et représentent des quantités importantes. On peut citer à titre d'exemple, les analgésiques, les antipyrétiques, les antibiotiques, les antiviraux, l'antifongique.

Les rejets contenant des métaux lourds : tels que le mercure issu de bris des thermomètres à mercure (qui tendent à disparaître) et argent issu du service de radiologie [21].

**I.4.2.1. Les rejets de nature spécifique à l'hôpital :**

Ces rejets sont spécifiques d'une part de l'activité de soins concernant de nombreux services et d'autre part de l'activité de certains services.

**- Les rejets spécifiques communs aux différents services de soins :**

On retrouve dans cette catégorie de rejet tout ce qui est relatif :

- Aux produits désinfectants et antiseptiques.
- Aux rejets de germes pathogènes.
- Aux médicaments.
- Aux métaux lourds (mercure).

**- Les rejets de produits désinfectants et antiseptiques :**

L'hôpital est un gros consommateur de produits désinfectants et antiseptiques, compte tenu des problèmes d'hygiène qu'on y rencontre.

Les principaux produits désinfectants utilisés pour la désinfection des sols et des surfaces ou encore pour la désinfection des instruments et des matériels sont [22]:

- soit des produits chlorés, le plus courant étant l'eau de javel
- soit des produits contenant des aldéhydes tels que par exemple le glutaraldéhyde pour la désinfection de certains matériels médico-chirurgical (endoscopes, fibroscopes...) ou encore le formaldéhyde sous forme liquide employé pour la désinfection des circuits d'hémodialyse.
- soit des produits contenant des dérivés.

Les antiseptiques, produits chimiques utilisés pour lutter contre les infections bactériennes des peaux, des plaies sont principalement le soluté de Dakin (dérivé chloré), la bétadine et la chlorhexidine.

**- Les rejets contenant des éléments pathogènes :**

L'hôpital est un lieu où sont concentrées des personnes potentiellement porteuses de germes pathogènes et où peuvent se développer des infections nosocomiales. Il se pose alors la problématique de savoir si l'hôpital peut être générateur d'une pollution bactériologique [23].

En effet, il peut exister plusieurs sources de rejet d'éléments pathogènes à l'hôpital. Des germes bactériologiques, viraux et/ou parasitaires peuvent être évacués avec les eaux vannes et avec les produits d'analyses des laboratoires s'il n'existe pas de systèmes de récupération ou de traitement spécifiques.

De plus, du fait de l'utilisation quelquefois intensive d'antibiotiques à l'hôpital certaines souches bactériennes peuvent développer des facultés de poly résistance aux antibiotiques. Le danger

de pollution peut donc être accentué par la présence de ces germes dans le réseau d'assainissement public [16].

Cependant, il reste à démontrer que la composition bactérienne des eaux usées hospitalières est notablement différente de celle des eaux usées domestiques et que ces éléments pathogènes sont en concentration suffisante pour causer des maladies et donc parler de contamination.

**- Les rejets médicamenteux :**

Les médicaments utilisés dans les établissements de santé sont variés et représentent des quantités importantes. On peut citer à titre d'exemple, les analgésiques, les antipyrétiques, les antibiotiques, les antiviraux, les antifongiques, les immunodépresseurs et les anticancéreux.

Les consommations peuvent bien sûr varier suivant l'établissement et les services de soins. Pour avoir une approche quantitative, il faut se référer aux feuilles de commande adressées à la pharmacie par les différents services de l'hôpital. On distingue deux voies d'élimination des médicaments, la première et la plus conséquente concerne les excréta et les liquides biologiques, la seconde le circuit d'élimination des médicaments non utilisés et du matériel souillé [24].

**- Les rejets contenant des métaux lourds :**

Les métaux lourds pouvant être retrouvés dans les rejets hospitaliers sont l'argent (service de radiologie) et le mercure. Le mercure étant un métal très dangereux puisqu'il est très toxique. On le retrouve accidentellement dans les eaux usées suite à des thermomètres cassés. Certaines sondes gastriques, certains antiseptiques et la colonne des tensiomètres manuels...contiennent également du mercure [25].

**- Les rejets spécifiques à certains services de soins:**

Les services concernés sont :

- L'hémodialyse.
- La radiologie.
- La médecine nucléaire.
- Les laboratoires d'analyses et Pharmacie.

**- Le service d'hémodialyse :**

Les rejets de ce service sont de deux types, d'une part le rejet consécutif au traitement du malade et d'autre part les rejets de désinfection des appareils.

En effet, le principe des appareils d'hémodialyse fonctionne par des procédés de transfert de toxines à travers une membrane depuis le sang du patient vers le circuit de dialysat. Des rejets

liquides seront donc générés et qui dans la majorité des cas se déversent à l'égout. Or ils peuvent être chargés en produits chimiques (médicaments...) et facteurs infectieux.

Le second paramètre à prendre en compte concerne les protocoles de désinfection du matériel utilisant des produits chimiques tels que le formol ou l'eau de javel. Les rejets s'effectuent directement dans le réseau à l'égout [20].

**- Les laboratoires d'analyses et la pharmacie :**

Dans le cadre de leurs activités (travaux et analyses, nettoyage des appareils), les laboratoires utilisent différents produits chimiques (solvants, acides, bases, produits radioactifs, produits de rinçage...) et manipulent des liquides biologiques (sang, urines, selles, expectorations, cellules...) plus ou moins infectieux. Ces produits présentent des dangers pour l'environnement et pour l'homme rendant nécessaire des mesures particulières d'utilisation et d'élimination [7]. En considérant que la plupart des produits les plus dangereux sont en principe récupérés dans des containers, il n'en reste pas moins que la plupart des lavages et rinçages, ainsi que certains liquides biologiques négatifs en culture sont évacués dans le réseau d'égout. La pharmacie utilise également dans ses activités des produits chimiques dangereux pour l'environnement et la santé publique. Cependant, de par sa fonction de pharmacovigilance celle-ci est plus apte à évaluer les risques et par conséquent à prendre des mesures adaptées pour éviter ces risques de pollution.

**- Les services de Médecine nucléaire :**

Pour le diagnostic in vivo ou in vitro ou pour des finalités thérapeutiques, ce service manipule des éléments radioactifs qui vont générer des déchets solides mais aussi des déchets liquides [7].

Une unité de médecine nucléaire peut rejeter des effluents radioactifs provenant :

- Des laboratoires de préparation et de manipulation.
- Des sanitaires de l'unité.
- Des chambres protégées réservées à l'hospitalisation des patients faisant l'objet d'une thérapie anticancéreuse.

**- Les services de Radiologie-Imagerie médicale :**

Il s'agit dans ce cas des effluents photographiques générés lors du développement des films radiologiques sur support papier ou film. La technique utilise des produits chimiques de contraste et consomme une grande quantité d'eau en particulier pour les bains de rinçage. On retrouve donc les révélateurs, les fixateurs, les sels d'argent (en quantité variable suivant

l'utilisation qui en est faite), dans les eaux usées. Or ces produits sont des sources de pollution importante [26].

#### **I.4.2.2. Les risques liés aux eaux usées des hôpitaux :**

Plusieurs études démontrent que les principaux effets des substances dangereuses de hôpital (des résidus pharmaceutiques, des substances chimiques dangereuses, des agents pathogènes, des radio-isotopes...) qui ne peuvent être neutralisés par les usines de traitement des eaux usées, peuvent représenter un risque pour l'environnement et la santé publique [21].

##### **I.4.2.2.1. Le risque sanitaire :**

Les eaux usées hospitalières sont susceptibles d'être renfermer une grande variété d'agents pathogènes pour l'homme.

##### **- Conséquence d'ordre sanitaire :**

En plus des conséquences environnementales (eutrophisation, propagation des mauvaises odeurs) causées par les décharges anarchiques des eaux usées dans la nature, on note des conséquences sanitaires qui ont des effets dramatiques spécialement dans les pays en développement qui manquent des systèmes adéquats de traitement des excréta ou des eaux usées contaminées.

Cependant, l'utilisation des eaux usées brutes a été montrée, comme une source potentielle de contaminations microbiologiques et chimiques des nappes d'eaux souterraines et superficielles. La consommation des eaux de la nappe contaminée par les eaux usées, a pour conséquence le développement des maladies hydriques.

La contamination peut se faire par contact lors des baignades, par la consommation des produits alimentaires aquatiques tels que les poissons ou alors les légumes arrosés avec de l'eau souillée pendant leur culture. Elle peut aussi être chimique et se faire par la piqûre des insectes se développant dans les eaux usées et par la consommation au travers des sources et des puits d'eau de la nappe phréatique souillé par des eaux usées. En plus des germes pathogènes, les eaux usées en fonction de leurs origines peuvent contenir des substances toxiques capables d'engendrer de graves troubles de santé chez l'homme [27].

##### **I.4.2.2.2 Le risque infectieux:**

Les eaux des toilettes et des salles de bain des patients malades sont responsables le plus souvent à des infections urinaires et pulmonaires dues à la présence des bactéries dans les selles ou dans les urines (Salmonelles, Shigella, Coliformes, Vibrions, Streptocoques, Entérobactéries...) , et des autres bactéries responsables à des infections nosocomiales (Staphylocoques, Streptocoques, Pseudomonas...). Toutes ces bactéries sont dangereuses car elles acquièrent une

résistance aux antibiotiques. Les agents infectieux strictement pathogènes sont responsables d'infections contagieuses. Ils proviennent des patients atteints de tuberculose, varicelle, infections à méningocoques, salmonelloses ou sida [21].

#### **I.4.2.2.3. Le risque toxique :**

Il concerne l'environnement et la santé humaine, les eaux hospitalières peuvent être contaminées par des métaux lourds et par des molécules organiques (solvants, antibiotiques, désinfectants, détergents, médicaments...).Le problème majeur concerne surtout les médicaments anticancéreux qui présentent des risques mutagènes et tératogènes importants (tératogène: qui provoque des malformations congénitales (végétaux ou animaux) anormaux) [21].

#### **I.4.2.2.4. Le risque écologique :**

C'est le risque de contamination du milieu environnemental par des microorganismes pathogènes ou autres produits toxiques. Le rejet des liquides médicaux vers le réseau d'assainissement sans aucun traitement préalable est la cause de problèmes majeurs posé par les effluents hospitaliers, au même titre que les eaux usées classiques urbains, vers le réseau d'assainissement sans aucun traitement préalable. Le dosage des polluants d'origine hospitalière montre que certaines substances, particulièrement les composés organohalogénés et les résidus de médicaments, quittent le plus souvent les stations d'épuration avec peu de dégradation ce qui provoque la pollution du milieu naturel en entraînant un déséquilibre biologique [28].

#### **- Conséquence d'ordre écologique :**

La décharge des eaux usées non traitées dans l'environnement peut entraîner d'énormes modifications de l'écosystème qui les reçoit [29]. On peut citer entre autres:

- la diminution de la biodiversité aquatique à cause de la toxicité du milieu et l'apparition des espèces nouvelles;
- l'eutrophisation des milieux aquatiques récepteurs;
- la dégradation de l'esthétique du milieu par la propagation des mauvaises odeurs;
- la perturbation du microclimat du milieu récepteur.

#### **I.4.2.2.5. Le risque de contamination des écosystèmes aquatiques :**

La contamination des écosystèmes aquatiques naturels par les eaux usées hospitalières est un problème majeur en matière d'environnement et de santé humaine. Les désinfectants, les détergents, les produits pharmaceutiques, les radionucléides et les solvants sont largement utilisés dans les hôpitaux à des fins médicales et de recherche [7].

Dans certains pays en développement notamment l'Algérie, les hôpitaux rejettent généralement leurs eaux usées dans des fosses septiques équipées de puits de diffusion. Le rejet de composés chimiques des activités hospitalières dans l'environnement naturel peut entraîner la pollution des ressources en eau et des risques pour la santé humaine [20].

Certaines études ont permis de confirmer la toxicité élevée des effluents hospitaliers et d'élaborer des hypothèses de travail quant à la provenance de cette toxicité. L'hypothèse la plus retenue est celle portant sur la présence de rejets contenant des produits désinfectants, détergents [29].

#### **I.4.2.3. Exemples d'études sur les eaux usées hospitalières :**

Bedjaoui Rima, et Brahim Imene-Fatima-Zohra [30], ont fait la Caractérisation et Traitement des Effluents Hospitaliers. L'objectif principal est d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des rejets liquides hospitaliers afin de proposer un traitement adéquat pour réduire leur impact sur l'environnement et la santé publique. Les résultats montrent une présence significative de polluants biologiques et chimiques, y compris des bactéries pathogènes telles que les Salmonelles, les Shigella spp., et les Coliformes, ainsi que des virus (hépatites, entérovirus) et des parasites (amibes, taenia). Les paramètres globaux avant traitement indiquent des niveaux élevés de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) et de la Demande Biologique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>), ainsi que des concentrations en métaux lourds comme le plomb (Pb) et le mercure (Hg) qui dépassent les valeurs limites recommandées. Le procédé d'électrocoagulation s'est révélé efficace pour réduire ces concentrations de polluants, avec une réduction significative de la DCO et de la DBO<sub>5</sub>, et un rendement d'élimination des métaux lourds atteignant jusqu'à 95%. Les résultats suggèrent que ce procédé peut être une solution viable pour la gestion des rejets liquides hospitaliers, contribuant ainsi à la protection de l'environnement et à la santé publique.

Sadia Tondossama et al. [31], . L'étude vise à évaluer les paramètres physico-chimiques des eaux usées de l'hôpital universitaire de Treichville en Côte d'Ivoire afin de vérifier leur conformité aux normes de rejet de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Les analyses ont montré que les eaux usées présentaient des niveaux élevés de nitrate ainsi que des valeurs de demande chimique en oxygène (DCO) et de demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO<sub>5</sub>) dépassant les recommandations de l'OMS. Les valeurs moyennes de la DCO étaient de (115,53 ± 35,76) mgO<sub>2</sub>/L pour S1, (134,37 ± 35,64) mgO<sub>2</sub>/L pour S2, et (132,05 ± 57,12) mgO<sub>2</sub>/L pour S3, tandis que les valeurs moyennes de la DBO<sub>5</sub> étaient de (77,19 ± 27,55) mgO<sub>2</sub>/L pour S1, (77,28 ± 30,49) mgO<sub>2</sub>/L pour S2, et (90,89 ± 37,42) mgO<sub>2</sub>/L pour S3. L'analyse en composantes principales (PCA) a révélé des corrélations entre certains paramètres,

mettant en évidence une effluence riche en matière organique et minéralisée, chaude et alcaline avec un faible niveau d'oxygène dissous. Ces résultats indiquent que, bien que les eaux usées soient biodégradables, elles nécessitent un traitement avant rejet pour être conformes aux normes environnementales.

**I.5. Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'aspect général des eaux usées, leurs sources et types, ainsi que certains des risques qui en découlent.

Nous avons passé en revue certaines études antérieures dans ce domaine. Les études qui ont été examinées montrent que la grande pollution engendrée par le rejet des eaux usées dans les milieux récepteurs nécessite un contrôle et une surveillance de la qualité. Il est crucial de disposer de données modernes et spécialisées pour analyser et évaluer les eaux usées provenant de diverses sources, afin de mieux comprendre et atténuer leurs impacts environnementaux.

**CHAPITRE II :  
ZONE D'ETUDE ET  
POINTS  
D'ECHANTILLONNAGE**

## Chapitres II : Zone d'étude et points d'échantillonnage :

### II.1. Description de la zone d'étude :

#### II.1.1. Localisation géographique et régional :

La wilaya de Ghardaïa se situe au center de la partie Nord de Sahara à environ 600 km au sud de la capitale du pays, Alger. Elle couvre une superficie de 86.560 km<sup>2</sup> [32], Ses coordonnées géographiques sont : Altitude 530 m; Latitude 32° 30' Nord; Longitude 3° 45' Est.

La wilaya de Ghardaïa est limitée :

- Au Nord par la wilaya de Laghouat (200 km);
- Au Nord Est par la wilaya de Djelfa (300 km);
- A l'Est par la wilaya d'Ouargla (190 km);
- Au Sud-Est par la wilaya de Adrar (829.7 Km);
- Au Sud-ouest par la wilaya d'El Meniaa (400 km);
- A l'Ouest par la wilaya d'El-Bayad (350 km).

Elle est issue du découpage administratif du territoire qui date de 1984 L'ensemble de la nouvelle wilaya dépendait de l'ancienne wilaya de Laghouat. Elle est composée actuellement 9 communes dans 7 daïras, 2 anciennes daïras Ghardaïa, Metlili, auxquelles s'ajoute 5 nouvelles à savoir Bounoura, Deya, Bendahoua, Berriane, Zelfana, Guerrara (D.P.S.B. 2022 [32]).

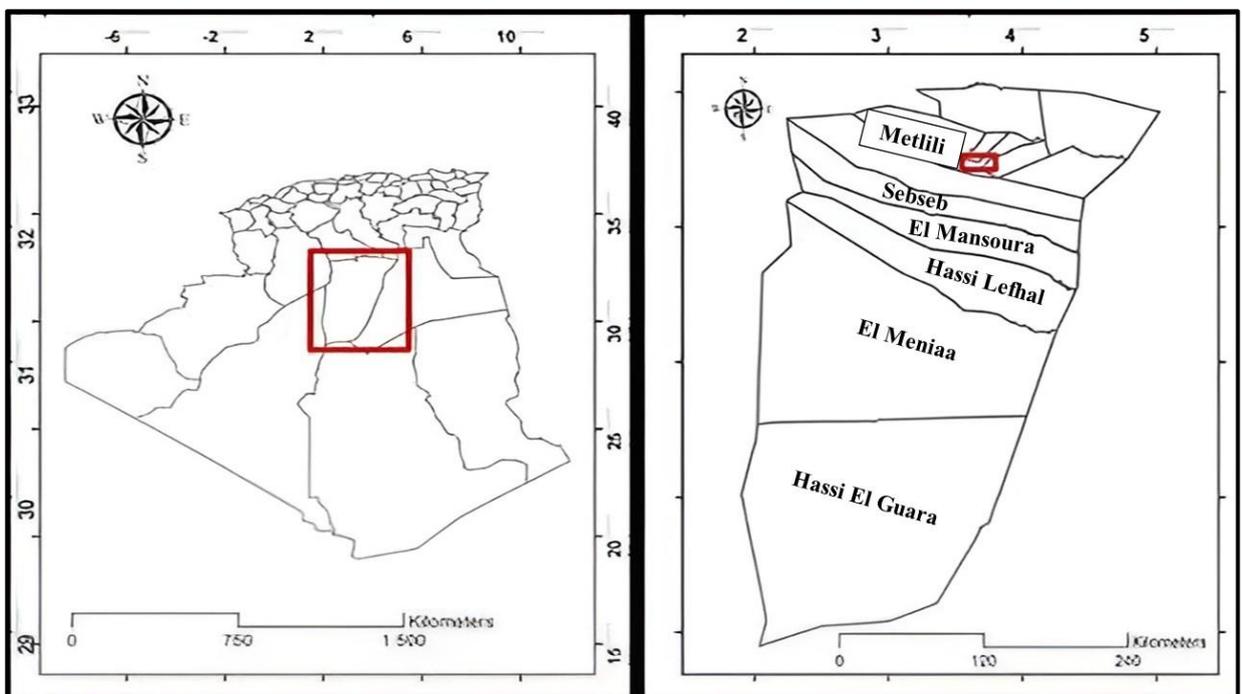


Figure 1 : Localisation géographique de province de Ghardaïa.

### II.1.2. Caractéristiques Climatiques :

Le caractère fondamental du climat Saharien est la sécheresse de l'air mais les microclimats jouent un rôle considérable au désert. Le relief et la présence d'une végétation abondante peut modifier localement les conditions climatiques. Au sein d'une palmeraie on peut relever un degré hygrométrique élevé, ce dernier, modifie les effets de la température pour l'homme [33]. Elle est marquée par une grande amplitude entre les températures de jour et de nuit, d'été et d'hiver. La période chaude commence au mois de Mai et dure jusqu'au mois de Septembre. L'analyse d'une série rétrospective d'observations statistiques enregistrée au niveau de la Wilaya de Ghardaïa, sur une période d'observations de 10 ans, a fait ressortir que la température moyenne enregistrée a été de 27 à 47 °C [33].

La température est considérée comme étant le facteur le plus important. Elle agit sur la répartition géographique des animaux et des plantes ainsi que sur la durée du cycle biologique des insectes tout en déterminant le nombre de générations par an. Elle conditionne de ce fait les différentes activités de la totalité des espèces et des communautés vivant dans la biosphère. Les températures de la pluviométrie mensuelles enregistrées durant l'année de 2023 dans la région de Ghardaia sont notées dans le tableau 1 et 2 [34].

**Tableau 2 :** Températures mensuelle en °C de la région de Ghardaïa durant l'année 2023 [34]:

| <b>T (°C)</b> | <b>Jan</b> | <b>Fev</b> | <b>Mar</b> | <b>Avr</b> | <b>Mai</b> | <b>Jun</b> | <b>Jui</b> | <b>Ao</b> | <b>Sep</b> | <b>Oct</b> | <b>Nov</b> | <b>Dec</b> |
|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| <b>M</b>      | 16.4       | 17.0       | 25.7       | 29.3       | 31.5       | 37.0       | 43.4       | 40.0      | 36.6       | 30.7       | 25.4       | 19.3       |
| <b>m</b>      | 5.6        | 7.0        | 12.6       | 15.9       | 19.2       | 24.7       | 29.9       | 27.2      | 24.0       | 18.7       | 13.3       | 9.0        |

**T :** Température mensuelle en (°C).

**M :** Moyenne mensuelle des températures maximales de l'année 2023 en (°C).

**m :** Moyenne mensuelle des températures minimales de l'année 2023 en (°C).

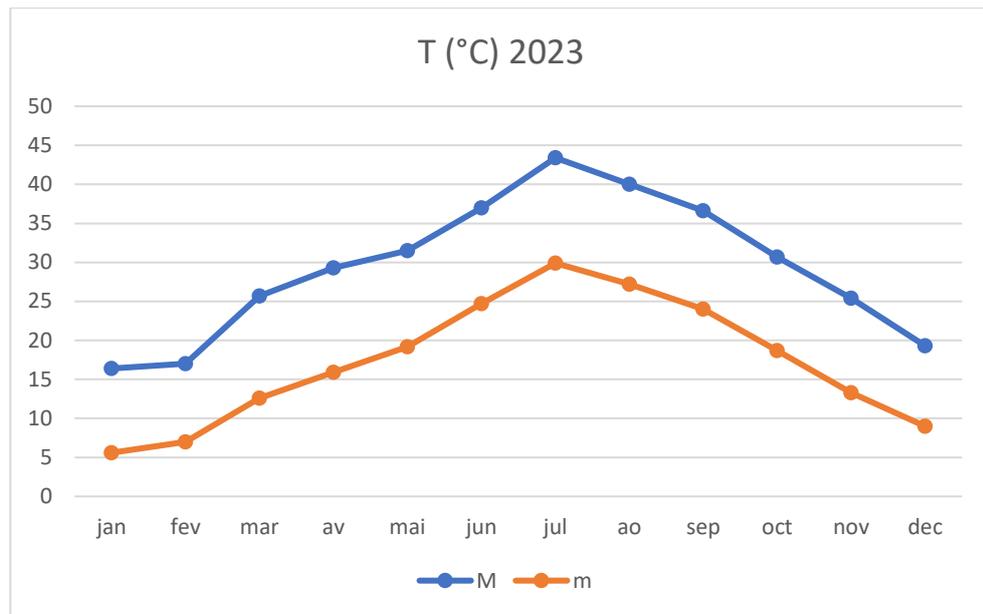


Figure 2 : Températures mensuelle en °C de la région de Ghardaïa durant l'année 2023 [34].

Tableau 3 : Pluviométrie mensuelle moyenne à Ghardaia durant l'année 2023 [35]:

| Précipitations | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Juin | Jui | Ao  | Sep | Oct | Nov | Dec |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| mm             | 4.2 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.0  | 0.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | .00 | 4.0 |

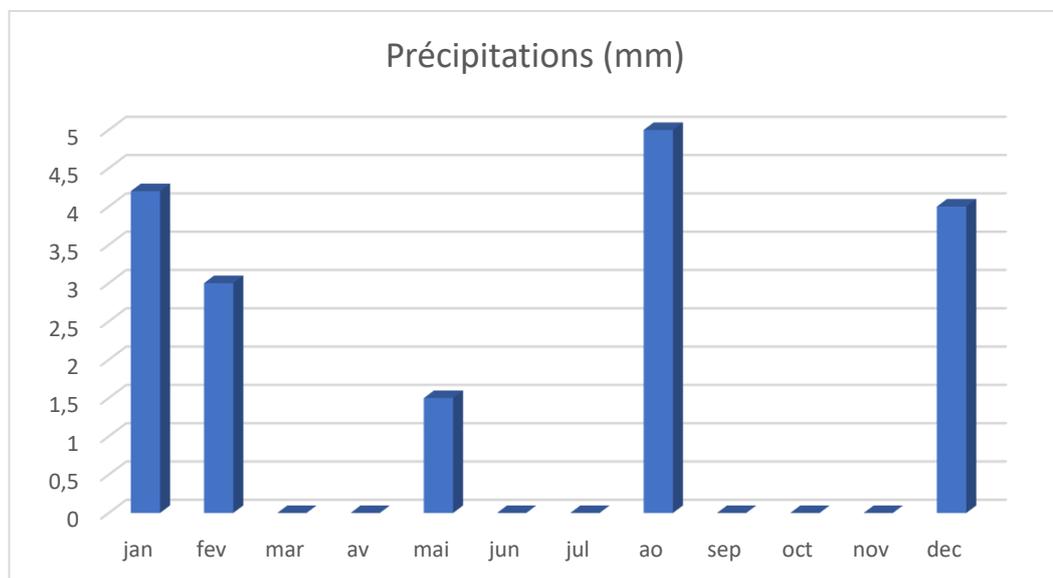


Figure 3 : Pluviométrie mensuelle moyenne à Ghardaïa durant l'année 2023 [35].

Les données des températures et de la pluviométrie pour Ghardaïa en 2023 révèlent un climat typiquement désertique avec des étés très chauds et secs et des hivers doux et secs. La faible pluviométrie et les températures extrêmes nécessitent des adaptations spécifiques pour les activités humaines et l'agriculture dans cette région. Les conditions météorologiques extrêmes,

notamment les températures élevées en été, peuvent avoir des impacts significatifs sur la vie quotidienne et les ressources en eau.

En outre, il est important de noter que 2023 a été l'année la plus chaude jamais enregistrée à l'échelle mondiale. Cette tendance au réchauffement global se reflète dans les températures extrêmement élevées observées à Ghardaïa, soulignant les effets du changement climatique sur les régions désertiques

### **II.1.3. Caractéristiques démographiques :**

L'estimation de la population de la wilaya de Ghardaïa pour l'année 2024 se situe autour de 520,000 habitants. La densité de la wilaya est estimée d'environ de 6 hab/km<sup>2</sup>. Cette densité moyenne de la population est très faible, et l'analyse de la densité de la population des communes montre une répartition inégale de la population [35, 36].

### **II.2. Points d'échantillonnages :**

Pour mener une étude comparative, nous avons prélevé des échantillons d'eaux usées émises par 3 polycliniques de différentes zones de la wilaya de Ghardaïa, En plus d'un échantillon d'eaux usées domestiques dans l'un des quartiers de la ville de Metlili.

#### **II.2.1. Eaux usées hospitalières :**

Nous avons prélevé des échantillons d'eaux usées émises par des polycliniques dans la région de: Mtelili, Oed Nechou, et de Noumrate.

La situation géographique de chaque polyclinique est indiquée sur la figure II.3.

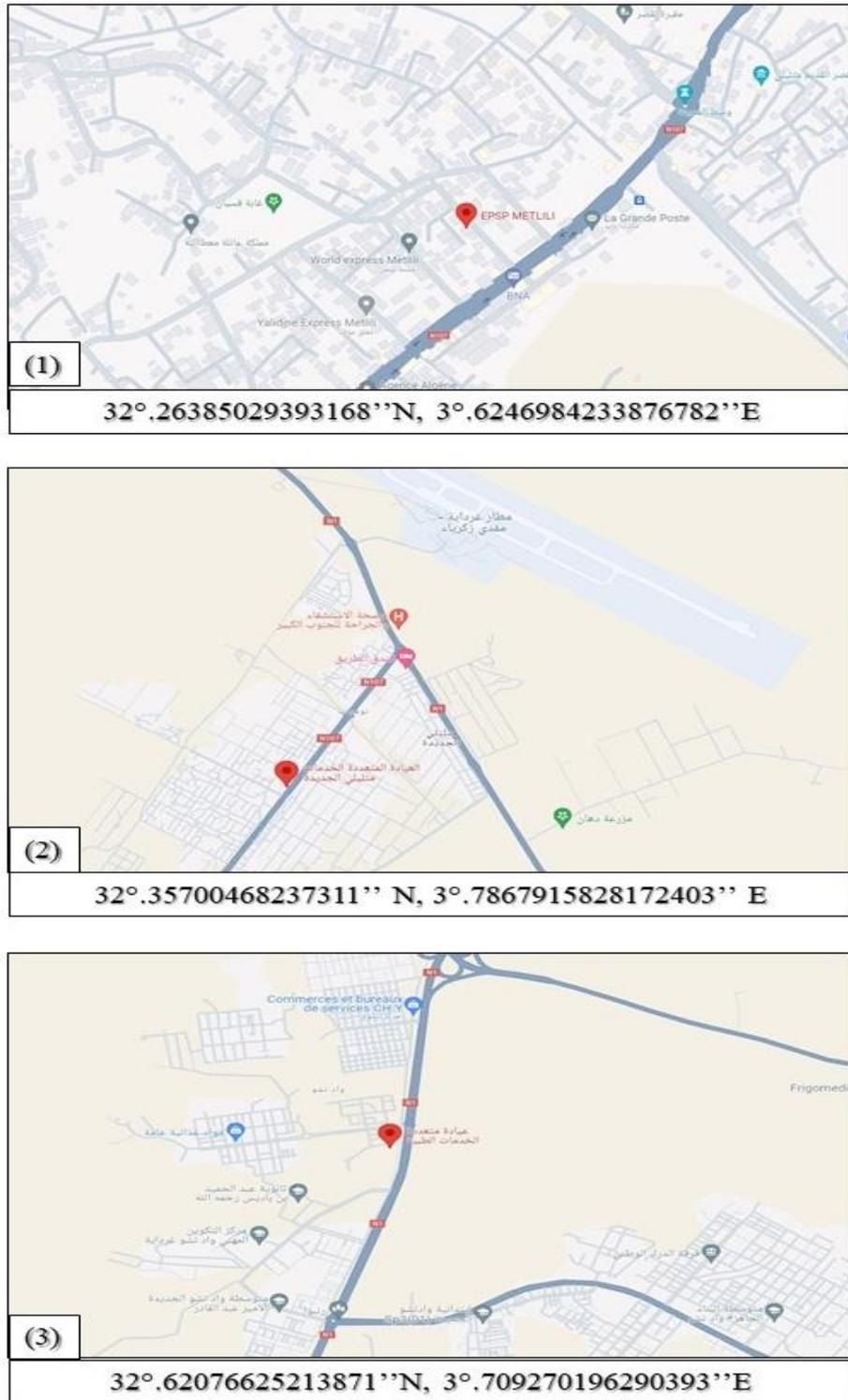


Figure 4 : La situation géographique de chaque polyclinique : (1) Metlili, (2) Noumerate, (3) Oued Nechou.

Nous avons mené une entrevue avec certains travailleurs de chaque clinique afin de recueillir des informations sur ces cliniques à service complet, en termes de services disponibles, de nombre de lits et de nombre de travailleurs.

Le tableau suivant présente les informations sur chaque clinique.

**Tableau 4 :** Caractéristiques des polycliniques échantillonnées :

| <b>Polyclinique</b> | <b>Personnel des clinique</b> | <b>N° des lits</b> | <b>Les services</b>  |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|--|
| <b>Metlili</b>      | 150                           | 04                 | - Médecine générale et examens réguliers.<br>- Salle de soins<br>- Sanatorium de maternité, d'enfants et de vaccination<br>- Clinique dentaire<br>- radiologie |
| <b>Noumerate</b>    | 35                            | 08                 | - médecin généraliste et de contrôles réguliers<br>- Salle de soins<br>- clinique dentaire<br>- laboratoire et radiologie                                      |
| <b>Oued Nechou</b>  | 50                            | 07                 | - Sanatorium de maternité<br>- clinique dentaire<br>- radiologie   |

## **II.2.2. Eaux usées domestiques :**

### **II.2.2.1. Localisation géographique :**

Un échantillon d'eaux usées domestiques a été prélevé dans le quartier d'Al-Batha dans la ville de mtelili. Le quartier El Batha est situé dans la partie sud-ouest de la ville de Ghardaia et est accessible par les routes locales qui relient les différents quartiers de Metlili, la localisation géographique est montrée dans la figure II.3 (ces coordonnées géographiques sont: 32°15'59.3"N et 3°37'39.2"E).

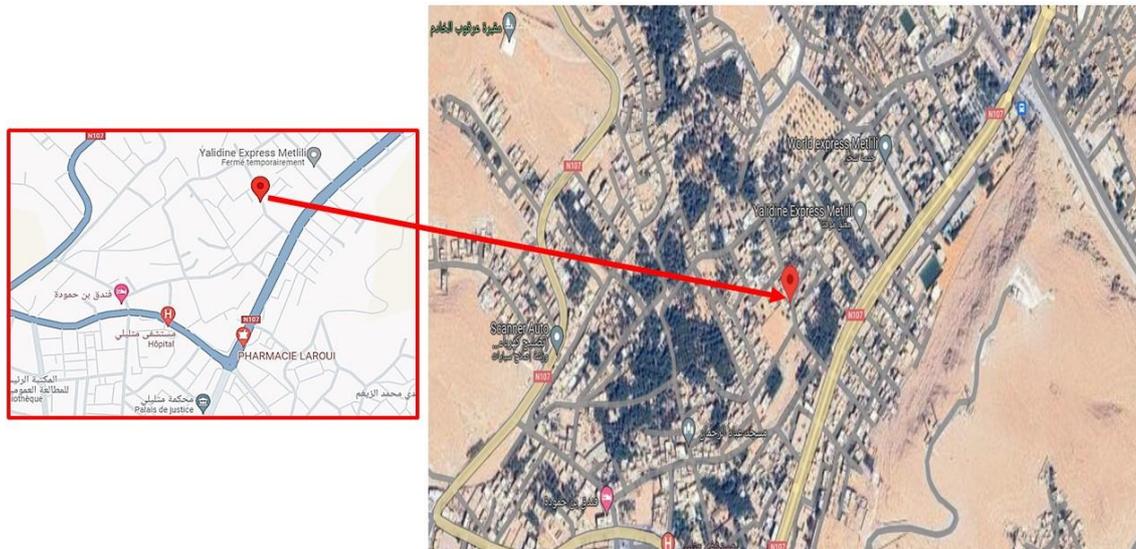


Figure 5 : Localisation géographique de point d'échantillonnage de l'eau usée domestique.

#### II.2.2.2. Services et infrastructures :

Le quartier El-Batha dispose d'une gamme de services de base. On y trouve des écoles primaires et secondaires, ainsi que des mosquées répondant aux besoins religieux des habitants. Les infrastructures sanitaires sont également présentes, bien qu'elles puissent être limitées par rapport aux zones urbaines plus importantes. Les autorités locales s'efforcent constamment d'améliorer et de développer les infrastructures et les services pour répondre aux besoins de la population.

#### II.3. Procédure d'échantillonnage :

##### II.3.1. Matériel d'échantillonnage :

Nous avons utilisé des flacons stériles pour prélever des échantillons. Après s'être assuré qu'ils résistent aux produits chimiques et aux agents pathogènes.

##### II.3.2. Protocole de prélèvement :

Pour collecter des échantillons d'eaux usées, nous avons prélevé un échantillon de chaque source dans une bouteille en verre stérile d'un volume de 2 litres et l'avons placé dans une boîte de conservation afin de maintenir sa température pendant le processus de transport.

Des échantillons ont été prélevés au laboratoire pour analyse, en tenant compte des mesures préventives.

##### II.3.3. Stérilisation et désinfection de l'équipement :

Avant chaque utilisation, nous stérilisons soigneusement tout le matériel d'échantillonnage pour éliminer les éventuels contaminants.

Nous utilisons des désinfectants appropriés pour nettoyer les surfaces exposées aux échantillons afin d'éviter toute contamination croisée (voir l'annexe 01 et 02).

#### **II.3.4. Conservation et transport sécurisés :**

Nous avons refroidi les échantillons rapidement après le prélèvement pour maintenir leur intégrité et réduire la croissance des microbes.

Les échantillons ont été transportés au laboratoire dans des conditions contrôlées pour éviter tout dommage ou altération, en suivant les directives de stockage spécifiées.

#### **II.3.5. Documentation détaillée :**

Nous avons enregistré toutes les informations pertinentes sur chaque échantillon, y compris le lieu, la date, l'heure, la température et toute autre note importante. Distinguer les échantillons les uns des autres et éviter de les mélanger avant et pendant l'analyse en laboratoire.

En suivant ces technologies et mesures pour les eaux usées hospitalières, la représentativité et la qualité des échantillons peuvent être assurées, ce qui est nécessaire pour des analyses précises et fiables, en particulier dans un environnement où la présence de contaminants biologiques peut être plus élevée (voir annexe 02).



*Figure 6 : Documentation de chaque échantillon.*

## **II.4. Paramètres à mesurer :**

### **II.4.1. Paramètres physico-chimiques :**

#### **II.4.1.1. Température :**

Elle joue un rôle fondamental dans toutes les réactions chimiques qui ont lieu dans un milieu liquide. Les températures  $> 15\text{ °C}$  intensifie les odeurs tandis que les températures basses ralentissent la vitesse de certaines réactions chimiques (voir annexe 04 et 05). La vitesse de dégradation de la matière organique dans une eau usée est d'autant plus importante que la température est élevée. Son importance se fait surtout sentir, dans la cinétique de l'épuration, par une accélération des processus d'épuration quand le milieu biologique s'y prête [20].

#### **II.4.1.2 potentiels d'Hydrogène (pH) :**

Le pH permet d'exprimer le caractère acide ( $\text{pH} < 7$ ). Sa valeur dépend des équilibres ioniques dans l'eau (voir annexe 04 et 05). Le pH a une grande influence sur la répartition des métaux lourds dans l'eau [21]. Grâce à un pH-mètre les mesures se font in-situ (voir annexe 02). Le pH peut affecter les processus de désinfection, de solubilité des métaux. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Le pH influence de nombreuses réactions physico-chimiques et la distribution des microorganismes impliqués dans la dégradation des matières organiques [37].

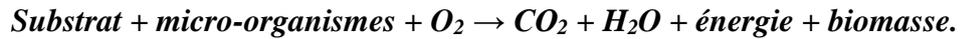
#### **II.4.1.3 Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO<sub>5</sub>) :**

Sa détermination consiste à mesurer la quantité totale de l'oxygène consommé, par des processus biochimiques, au cours de l'oxydation des matières organiques dans un échantillon donné. La DBO a été standardisée en DBO<sub>5</sub>, mesurée au bout de 5 jours, considérée comme une période significative du processus global de biodégradation qui prend des semaines (voir annexe 02).

Ces mesures sont souvent utilisées pour vérifier le caractère biodégradable d'un composé. Elles permettent aussi d'avoir indirectement une idée de la contamination organique globale d'un effluent. Une eau potable doit avoir une DBO<sub>5</sub> pratiquement nulle. Les eaux usées urbaines ont une DBO<sub>5</sub> pouvant varier de 150 à 350 mg/L. Des valeurs bien plus élevées sont enregistrées à la sortie des laiteries, abattoirs, et surtout des distilleries (vinasses), pouvant parfois s'élever à plus de 30000 mg/L.

Exprime la quantité d'oxygène en mg/l nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux usées par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un

échantillon préalablement ensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées [12]. La réaction chimique se résume par la réaction suivante :



#### **II.4.1.4 Demande Chimique en Oxygène (DCO) :**

La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg d'O<sub>2</sub>/l, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique et dans des conditions définies de la matière organique ou inorganique contenue dans l'eau [11].

Elle représente donc la teneur totale de l'eau en matières oxydables, il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques ou inorganiques [38].

Les valeurs de la DCO par rapport au type d'eau usée:

DCO = 1.5 à 2 fois DBO Pour les eaux usées urbaines;

DCO = 1 à 10 fois DBO Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires;

DCO > 2.5 fois DBO Pour les eaux usées industrielles.

#### **II.4.1.5 Matières En Suspension (MES) :**

Les MES représentent l'ensemble des matières solides, organiques ou minérales contenues dans une eau usée et pouvant être retenues par filtration ou centrifugation. Elles permettent une bonne évaluation du degré de pollution d'une eau. La plus grande partie des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées, est associée aux MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble et, souvent un mauvais goût et une mauvaise odeur [38]. Les MES empêchent la pénétration de la lumière, diminuent l'oxygène dissous et représentent une surface d'attache pour les bactéries.

- Les matières décantables : elles correspondent aux MES qui se déposent au repos pendant une durée fixée conventionnellement à deux heures. Elles sont mesurées par lecture directe du volume occupé au fond d'un cône de décantation que constitue le décantât ;

- Les matières colloïdales : elles représentent la différence entre les MES et les matières décantables.

Les matières en suspension sont aussi constituées de matières minérales et de matières organiques, ou matières volatiles en suspension (MVS). Les flux de MES peuvent s'exprimer en équivalent habitant (flux moyen de 90 g/j par habitant) (voir annexe 04 et 05) [39].

#### **II.4.1.6. Azote:**

L'azote et le phosphore sont également des paramètres très importants. Les rejets excessifs de phosphore et d'azote contribuent à l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau. Ce phénomène

se caractérise par la prolifération d'algues et la diminution de l'oxygène dissous, ce qui appauvrit la faune et la flore des eaux superficielles (cours d'eau, lacs, ...) [8, 40].

Les concentrations en nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), azote (N) orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), et phosphore (P) sont dès lors des paramètres importants pour le suivi de la qualité des eaux de surface [25]. L'azote représente l'azote organique (ex. acides aminés, urée) et l'azote ammoniacal [7]. Les phosphates interviennent dans la composition de nombreux détergents. Ils doivent être dégradés et hydrolysés par les bactéries en ortho phosphates pour être assimilables par les autres organismes aquatiques. L'eutrophisation peut se manifester à des concentrations relativement basses en phosphates (50  $\mu\text{g P/l}$ ).

**- Azote :**

L'azote existe sous plusieurs formes. Les types d'azote Principaux sujets de préoccupation pour le traitement des eaux usées sont: l'azote total (TN), azote Total Kjeldahl (NTK), l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), l'azote organique (ORG-N), les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ). Les concentrations sont indiquées en mg/l [40].

Azote Total Kjeldahl (NTK) : c'est la somme de l'azote ammoniacal et d'azote lié organiquement, mais n'inclut pas l'azote des nitrates ou des nitrites :

$$\text{NTK} = \text{NH}_3 + \text{org-N}$$

Azote Total (NT) : est la somme de l'azote des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) et azote lié organiquement :

$$\text{NT} = \text{NTK} + \text{NO}_3 + \text{NO}_2$$

La figure ci-dessous montre les formes azote existante:

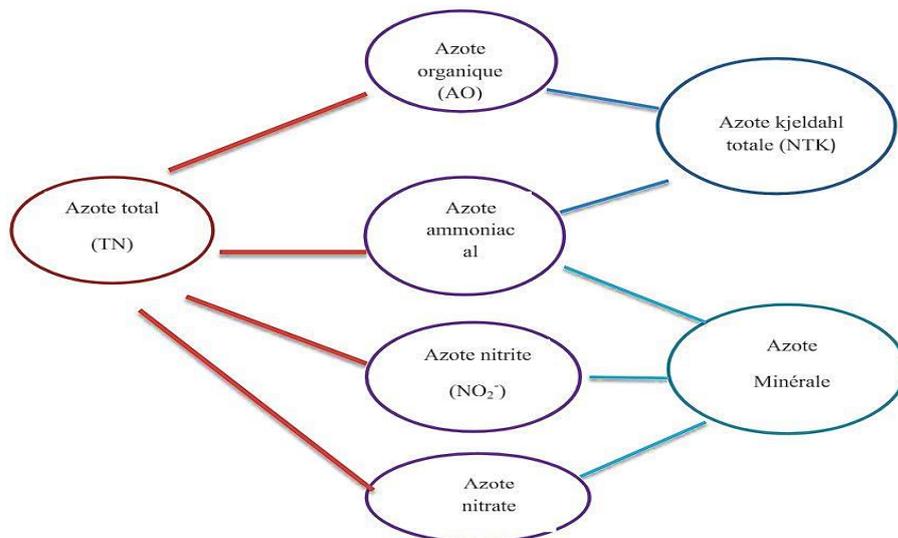


Figure 7 : Schéma des composées azotées adaptée de [13].

**II.4.1.7. Le Fer :**

Le fer présent dans l'eau vient en grande partie dû à l'érosion des sols. C'est pourquoi les concentrations en fer varient tellement en fonction de la provenance de l'eau. Par exemple, des concentrations en fer des océans Atlantique et Pacifique varient entre 1-3 ppb (parts per billion). En ce qui a trait aux rivières et plans d'eau de surface, on retrouve typiquement des concentrations de 0.5-1 ppm (parties par million). Finalement, nous trouvons important de préciser que c'est principalement dans les eaux souterraines que les concentrations de fer sont les plus élevées. En effet, des nappes phréatiques et les puits peuvent présenter des concentrations de fer surpassant les 100 ppm.

Lorsqu'on pense aux concentrations maximales visant l'eau potable, bien que les normes varient, les concentrations maximales de fer pour l'eau potable avoisinent généralement les 0.2 PPM [40].

Les eaux usées contenant du fer sont générées pendant l'étape de rinçage du processus de placage, qui implique de l'acide. Le fer est également l'un des nutriments essentiels pour l'homme; cependant, des concentrations élevées d'ions fer exercent des effets néfastes sur l'eau tels que l'odeur et la décoloration [41, 42]. Le fer existe sous forme d'ions divalents ( $Fe^{2+}$ ), d'ions trivalents ( $Fe^{3+}$ ) ou de complexes de fer dans l'eau. Les ions  $Fe^{2+}$  sont facilement oxydés en  $Fe^{3+}$  par l'oxygène dissous et précipitent sous forme d'hydroxydes, déclenchant les problèmes susmentionnés.

**II.4.1.8. Le Cuivre :**

Le cuivre est un élément naturel de la composition normale, mais la concentration en cuivre est trop élevée sera nocive pour les humains, les animaux et les plantes. L'extraction du cuivre, la fusion et l'altération des roches peuvent entraîner une augmentation des concentrations locales de cuivre dans l'environnement local. La pollution du cuivre dans l'atmosphère est principalement causée par la fusion des métaux non ferreux. La pollution par le cuivre est causée par la fusion, le traitement des métaux, la construction de machines, la synthèse organique et d'autres rejets industriels d'eaux usées contenant du cuivre. La teneur en cuivre des eaux usées par fusion et galvanoplastie est la plus élevée, allant de dizaines à des centaines de ppm. La principale source de pollution du cuivre du sol est les eaux usées des mines de cuivre et des fonderies, en plus de la poussière industrielle, les eaux usées urbaines et les pesticides à base de cuivre peuvent provoquer une pollution du cuivre du sol. Le cuivre est l'un des oligo-éléments nécessaires à la vie et joue un rôle important dans l'hématopoïèse humaine, la croissance cellulaire, l'activité de certaines enzymes et la fonction des glandes endocrines [43].

#### **II.4.1.9. Le manganèse :**

Le manganèse est un élément très souvent présent dans les sols. On peut rencontrer de nombreux minerais de manganèse, généralement des oxydes (pyrolusite, vernadite...) et quelquefois des carbonates (rho-docrosite), des silicates, des sulfures...

Dans les eaux, le manganèse est généralement présent sous forme soluble ionisée  $Mn^{2+}$ , par-fois  $MnOH^+$  (pH très alcalin). Il peut former des complexes avec les bicarbonates, les sulfates et les silicates présents en même temps, ainsi qu'avec certaines MO (acides humiques et fulviques).

Le manganèse est souvent présent dans les eaux naturelles en association avec le fer et l'ammonium. Mais il existe aussi des cas où le manganèse est présent seul [44].

#### **II.4.1.10. La turbidité :**

La turbidité désigne la teneur d'un fluide en matières qui le troublent. Dans les cours d'eau, elle est généralement causée par des matières en suspension et des particules colloïdales qui absorbent, diffusent ou réfléchissent la lumière. Dans les eaux eutrophes, il peut aussi s'agir de bactéries et de micro-algues. Quand un fleuve turbide se jette en mer, il crée généralement un bouchon vaseux, un delta sédimentaire et produit en mer un « éventail turbiditique » [45] parfois bien visible depuis un satellite.

La turbidité est un facteur écologique important, qui peut traduire :

- une teneur importante (normale ou non) en matières en suspension : argile, limon, particules fines organiques ou inorganiques (consécutives par exemple à l'érosion, au lessivage de sols fragiles, dégradés ou agricoles labourés).
- une teneur élevée en plancton.
- une pollution ou eutrophisation de l'eau, cause éventuelle d'asphyxie (par anoxie) du milieu ou de colmatage des branchies des poissons.

#### **II.4.2. Paramètres microbiologiques :**

##### **II.4.2.1. Coliformes totaux :**

Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l'environnement en général (sols, végétation et eau). Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale, comme *Escherichia coli*. Ce sont des bactéries en forme de bâtonnets, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme  $\beta$ -galactosidase, qui permet de libérer un agent chromogène utilisé dans des milieux de culture servant à les identifier. Les principaux genres bactériens inclus dans le groupe sont : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia*. La presque totalité des espèces

sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'E. coli ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes [46].

**II.5. Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons défini l'emplacement sur lequel nous avons mené notre étude, et des informations ont été précisées sur les cliniques multiservices à partir desquelles les échantillons ont été prélevés, leur emplacement géographique, ainsi que l'emplacement géographique à partir duquel nous avons prélevé les eaux usées domestiques. Les propriétés physico-chimiques et microbiologiques sur lesquelles nous nous concentrons dans notre étude ont également été examinées.

Dans le chapitre prochain, nous présenterons les résultats obtenus, analyserons les données.

**CHAPITRE III :**  
**RESULTATS ET**  
**DISCUSSION**

### Chapitre III : Collecte et analyse des résultats.

#### II.1. Collection des échantillons :

Un échantillon a été prélevé à chaque point d'échantillonnage, le 13 février 2024, et a été acheminé aux laboratoires en suivant les étapes décrites dans la section précédente.

#### III.2. Analyse des données :

##### III.2.1. Température :

**Tableau 5** : Variations spatiales de la température

| <b>Echantillon</b>          | N°1- Metlili<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°2- Noumerate<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°3- Oued Nechou<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°4- eaux usées<br>Domestique de<br>Mettili |
|-----------------------------|---|---|---|---|
| <b>Température<br/>(°C)</b> | 18.25   | 18.4 °C   | 18.3 °C   | 18.6 °C                                     |

L'échantillon de Metlili présente une plage de températures entre 18,25, indiquant une certaine variabilité. Les échantillons de Noumerate et Oued Nechou montrent des températures très proches, respectivement 18,4 °C et 18,3 °C, similaires à la température normale de 18,6 °C. Ces résultats suggèrent une homogénéité thermique relative entre les sites, à l'exception de Metlili où les fluctuations sont plus prononcées.

La constance des températures peut être attribuée à plusieurs facteurs. Premièrement, les températures mesurées se situent dans la plage typique des températures ambiantes intérieures. La présence d'équipements médicaux, tels que des machines et des systèmes de chauffage ou de climatisation, peut contribuer à maintenir une température constante. En outre, les activités médicales elles-mêmes, qui impliquent souvent l'utilisation d'eau pour le nettoyage et le refroidissement d'appareils, peuvent influencer la température des eaux usées. Enfin, les échantillons provenant de différentes cliniques affichent des températures similaires, suggérant une uniformité dans les pratiques de gestion des eaux usées ou dans les conditions environnementales des sites échantillonnés.

##### a)- Échantillon N°1 - Metlili (eaux Usées Hospitalières) :

La température observée à Metlili 18.25, peut être résulter de facteurs tels que les variations saisonnières, les activités médicales fluctuantes ou les méthodes de gestion des déchets. Ces fluctuations peuvent influencer les processus biologiques et chimiques dans les eaux usées, nécessitant une attention particulière lors de la conception des installations de traitement.

**b)- Échantillon N°2 - Noumerate (eaux Usées Hospitalières) :**

La température stable de 18,4 °C à Noumerate suggère une homogénéité thermique dans cette région. Cette stabilité peut être due à des conditions environnementales constantes ou à des pratiques de gestion des eaux usées efficaces, garantissant des températures relativement constantes tout au long de l'année.

**c)- Échantillon N°3 - Oued Nechou (eaux Usées Hospitalières) :**

La température de 18,3 °C à Oued Nechou est très similaire à celle de Noumerate, indiquant également une homogénéité thermique. Les conditions thermiques constantes peuvent être favorables à la stabilité des processus biologiques et chimiques dans les eaux usées, ce qui peut faciliter le traitement ultérieur.

**d)- Échantillon N°4 - eaux Domestique (eaux Usées Hospitalières) :**

La température de 18,6 °C pour les eaux domestiques reflète une homogénéité thermique typique des activités domestiques. Cette température relativement constante est conforme aux conditions ambiantes normales et peut être attribuée à des facteurs tels que le chauffage domestique et l'isolation thermique des tuyaux.

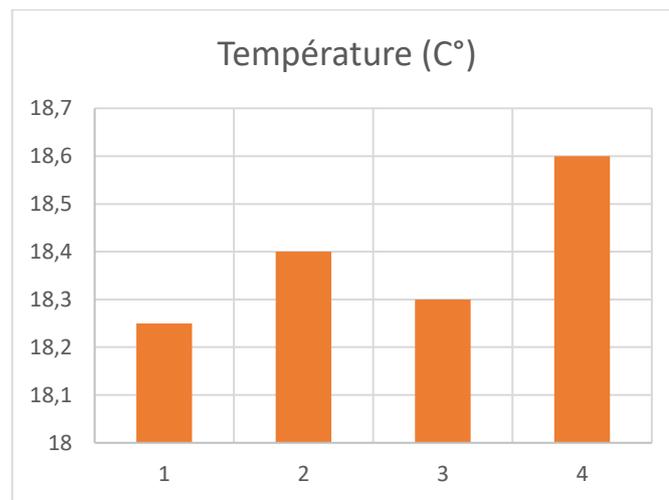


Figure 8 : Variations spatiales de la température

**III.2.2. Potentiels d'Hydrogène (pH) :**

**Tableau 6 :** Variations spatiales de Potentiels d'Hydrogène (pH).

| Echantillon  | N°1- Metlili<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°2- Noumerate<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°3- Oued Nechou<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°4- eaux usées<br>domestique de<br>Mettili |
|--------------|---|---|---|---|
| <b>Le pH</b> | 7.62  | 7.23  | 7.30  | 7.57  |

Les résultats des potentiels d'hydrogène (pH) des échantillons montrent une légère variation autour de la neutralité. L'échantillon de Metlili a un pH de 7,62, le plus élevé parmi les échantillons testés. Les eaux usées hospitalières de Noumerate présentent un pH de 7,23, le plus bas, tandis qu'Oued Nechou a un pH de 7,30, légèrement supérieur à celui de Noumerate. Les eaux domestiques ont un pH de 7,57, proche de celui de Metlili. Ces valeurs indiquent que tous les échantillons se situent dans une plage légèrement alcaline, avec des différences minimales entre eux.

Plusieurs facteurs peuvent contribuer à ces résultats.

Les résultats des Potentiels d'Hydrogène (pH) fournissent des informations sur le niveau d'acidité ou d'alcalinité des différentes sources d'eaux usées. Voici une analyse spécifique pour chaque échantillon :

**a)- Échantillon N°1 - Metlili (eaux Usées Hospitalières) :**

Un pH de 7.62 dans les eaux usées hospitalières de Metlili indique une légère alcalinité. Cette valeur est relativement élevée, ce qui peut suggérer la présence de substances alcalines dans les déchets médicaux ou des procédures de désinfection utilisant des produits alcalins. Cependant, le pH reste dans une plage acceptable pour le traitement des eaux usées.

**b)- Échantillon N°2 - Noumerate (eaux Usées Hospitalières) :**

Un pH de 7.23 dans les eaux usées hospitalières de Noumerate indique également une alcalinité, bien que légèrement plus faible que celle de Metlili. Cette différence de pH peut être due à des variations dans les pratiques médicales ou de gestion des déchets entre les deux zones.

**c)- Échantillon N°3 - Oued Nechou (eaux Usées Hospitalières) :**

Avec un pH de 7.30, les eaux usées hospitalières d'Oued Nechou affichent également une légère alcalinité. Cette valeur est cohérente avec celles des autres échantillons, indiquant une tendance similaire dans la composition chimique des eaux usées hospitalières malgré les différences géographiques.

**d)- Échantillon N°4 - Eaux usées Domestique de Metlili :**

Le pH de 7.57 dans les eaux domestiques suggère également une alcalinité légèrement plus élevée. Cela peut être attribué à l'utilisation de produits de nettoyage domestiques contenant des substances alcalines ou à des déchets organiques provenant de la cuisine, tels que les restes de produits alimentaires, qui peuvent influencer le pH des eaux usées domestiques.

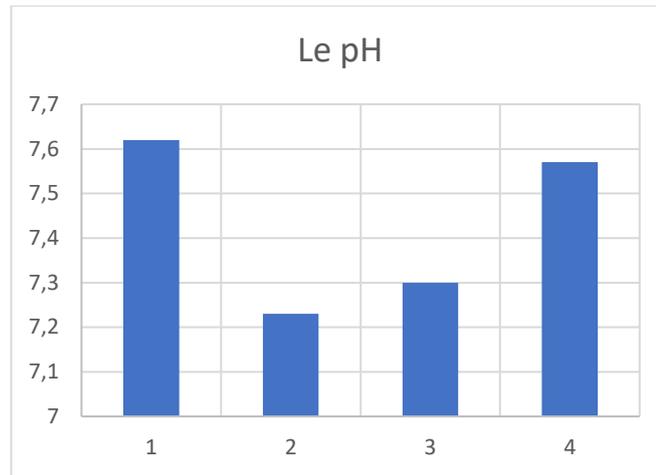


Figure 9 : Variations spatiales de Potentiels d'Hydrogène (pH)

### III.2.3. Demande Chimique en Oxygène (DCO) :

Tableau 7: Variations spatiales de Demande Chimique en Oxygène (DCO)

| Echantillon                         | N°1- Metlili<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°2- Noumerate<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°3- Oued Nechou<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°4- eaux usées<br>domestique de<br>Mettili |
|-------------------------------------|---|---|---|---|
| <b>DCO<br/>(mg O<sub>2</sub>/L)</b> | 155   | 346   | 857   | 12  |

Les résultats de la demande chimique en oxygène (DCO) des échantillons révèlent des variations significatives. L'échantillon de Metlili présente une DCO de 155 mg<sub>O<sub>2</sub></sub>/L, indiquant une charge organique modérée. L'échantillon de Noumerate a une DCO plus élevée de 346 mg O<sub>2</sub>/L, suggérant une plus grande présence de matières organiques. Les eaux usées domestiques se distingue par une DCO très basse de 12 mg O<sub>2</sub>/L, indiquant une faible pollution organique. En comparaison, l'échantillon d'oued Nechou montre une DCO extrêmement élevée de 847 mg O<sub>2</sub>/L, suggérant une contamination organique très importante. Ces variations marquées mettent en évidence des différences significatives dans la qualité de l'eau entre les différents sites.

**N.B :** La valeur de DCO pour l'échantillon des eaux usées domestique, n'est pas fiable et nous n'avons pas pu refaire la mesure en raison d'un manque de réactifs.

Les écarts de Demande Chimique en Oxygène (DCO) peuvent être expliqués par plusieurs facteurs. Premièrement, les différentes pratiques médicales dans les cliniques peuvent entraîner une variabilité significative dans les types et les quantités de produits chimiques, de médicaments et de contaminants organiques présents dans les eaux usées. Deuxièmement, la nature des soins médicaux dispensés, comme les procédures chirurgicales ou les traitements

pharmaceutiques, peut influencer de manière significative la charge en DCO des eaux usées. De plus, la gestion des déchets médicaux et les protocoles de désinfection peuvent également contribuer à la variation de la DCO. Enfin, la présence d'échantillons domestiques dans l'un des sites peut indiquer une contamination croisée ou des mélanges d'eaux usées provenant de sources diverses, ce qui pourrait également affecter les niveaux de DCO observés.

**a)- Échantillon N°1 - Metlili (eaux Usées Hospitalières) :**

Ce faible niveau de DCO suggère une charge organique relativement modérée dans les eaux usées de Metlili. Cela pourrait indiquer une activité médicale moins intense ou des pratiques de gestion des déchets plus efficaces dans cette région. Il est également possible que les procédures de stérilisation et de désinfection soient moins fréquentes, réduisant ainsi la quantité de produits chimiques dans les eaux usées hospitalières.

**b)- Échantillon N°2 - Noumerate (eaux Usées Hospitalières) :**

Une DCO significativement plus élevée dans cet échantillon suggère une charge organique beaucoup plus importante. Cela peut être attribué à une activité médicale plus intense à Noumerate, avec une fréquence accrue de procédures médicales, de stérilisation et de désinfection. Les pratiques de gestion des déchets pourraient également être moins efficaces ici, contribuant à une augmentation de la charge organique dans les eaux usées.

**c)- Échantillon N°3 - Oued Nechou (eaux Usées Hospitalières) :**

La DCO extrêmement basse dans cet échantillon est remarquable et peut indiquer plusieurs scénarios. Ces résultats peuvent être attribués à l'activité médicale très limitée dans la région d'Oued Nechou, et les installations de traitement des eaux usées sont extrêmement efficaces, ou une combinaison des deux. Dans tous les cas, cette valeur souligne une charge organique presque négligeable dans les eaux usées hospitalières de cette zone.

**d)- Échantillon N°4 - Eaux usées Domestique de Metlili :**

Une DCO très élevée dans cet échantillon met en évidence une charge organique considérable, typique des eaux usées domestiques. Les déchets organiques provenant de la cuisine, des activités domestiques et des produits de nettoyage contribuent à cette forte concentration en matière organique. Ces résultats soulignent l'importance d'un traitement approprié des eaux usées domestiques pour réduire l'impact environnemental de ces substances organiques dans les systèmes aquatiques.

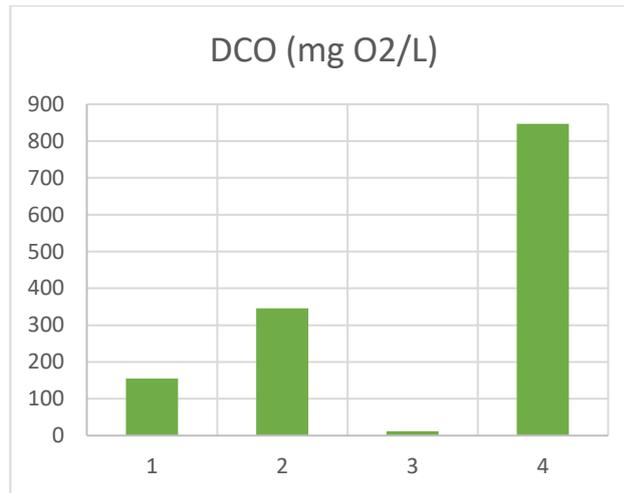


Figure 10 : Variations spatiales de Demande Chimique en Oxygène (DCO)

**III.2.4. Matières En Suspension (MES) :**

**Tableau 8 :** Variations spatiales de Matières En Suspension (MES)

| Echantillon        | N°1- Metlili<br>(eaux usées hospitalières) | N°2- Noumerate<br>(eaux usées hospitalières) | N°3- Oued Nechou<br>(eaux usées hospitalières) | N°4- eaux usées domestique de Metlili |
|--------------------|--|--|--|---------------------------------------|
| <b>MES (mg /L)</b> | 28.5                                       | 122.5  | 1737   | 1276                                  |

Les résultats des matières en suspension (MES) des échantillons mettent en évidence des disparités significatives. L'échantillon de Metlili affiche une concentration relativement faible de 28,5 mg/L, indiquant une charge modérée en particules en suspension. En revanche, Noumerate présente une concentration plus élevée de 122,5 mg/L, suggérant une présence accrue de matières en suspension dans l'eau. Oued Nechou se distingue par une concentration extrêmement élevée de 1737 mg/L, la plus importante parmi les échantillons étudiés, ce qui témoigne d'une pollution sévère par les particules en suspension dans cette zone. En comparaison, l'échantillon normal présente également une concentration élevée de 1276 mg/L, soulignant la présence notable de matières en suspension dans cette situation standard. Ces résultats soulignent la nécessité d'une gestion et d'une surveillance attentives de la qualité de l'eau, en particulier dans les zones comme Oued Nechou où la charge en matières en suspension est critique.

Les variations de Matières en Suspension (MES) peuvent être attribuées à plusieurs facteurs. Premièrement, les différentes activités médicales menées dans les cliniques, telles que les procédures chirurgicales, les traitements médicamenteux et les activités de nettoyage, peuvent

contribuer à la génération de matières en suspension dans les eaux usées. Deuxièmement, la nature des équipements utilisés et des matériaux manipulés dans les cliniques peut influencer la quantité de particules solides présentes dans les eaux usées. De plus, les pratiques de gestion des déchets médicaux, y compris la manipulation et l'élimination des déchets solides, peuvent également affecter les niveaux de MES observés. Enfin, la présence d'échantillons domestiques dans l'un des sites peut indiquer une contamination croisée ou des mélanges d'eaux usées provenant de sources diverses, ce qui pourrait également affecter les niveaux de MES mesurés.

**a)- Échantillon N°1 - Metlili (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration relativement faible en matières en suspension à Metlili suggère des niveaux modérés de particules solides dans les eaux usées hospitalières. Cela pourrait indiquer des pratiques efficaces de gestion des déchets ou une activité médicale moins intense dans cette région.

**b)- Échantillon N°2 - Noumerate (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration plus élevée en matières en suspension à Noumerate indique une présence significative de particules solides dans les eaux usées hospitalières. Cela pourrait être dû à une intensité plus élevée des procédures médicales ou à des pratiques de gestion des déchets moins efficaces par rapport à Metlili.

**c)- Échantillon N°3 - Oued Nechou (Eaux Usées Hospitalières) :**

La concentration extrêmement élevée en matières en suspension à Oued Nechou suggère un problème grave d'accumulation de particules solides dans les eaux usées hospitalières. Cela pourrait être dû à une augmentation significative des activités médicales, à une infrastructure de gestion des déchets inadéquate, ou à une combinaison des deux, nécessitant une intervention immédiate pour éviter la contamination environnementale.

**d)- Échantillon N°4 - Eaux usées Domestique de Metlili :**

La concentration élevée en matières en suspension dans les eaux usées domestiques indique une présence importante de particules solides provenant des activités domestiques. Cela pourrait inclure des débris de cuisine, de lavage et d'autres activités quotidiennes. Un traitement efficace des eaux usées est essentiel pour atténuer l'impact environnemental de ces matières en suspension.

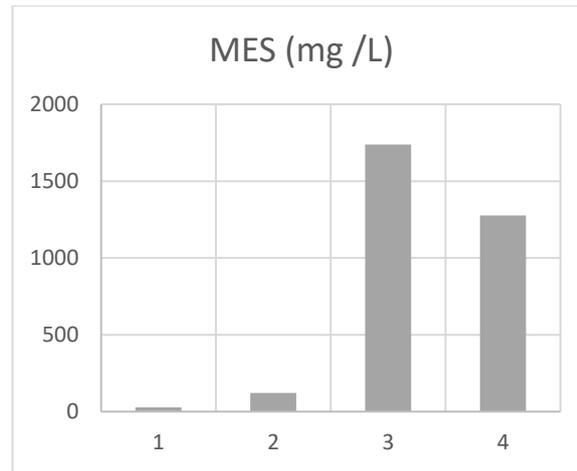


Figure 11 : Variations spatiales de Matières En Suspension (MES)

### III.2.5. La turbidité :

Tableau 9 : Variations spatiales de la turbidité (NTU).

| Echantillon        | N°1- Metlili<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°2- Noumerate<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°3- Oued Nechou<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°4- eaux usées<br>domestique de<br>Mettlili |
|--------------------|---|---|---|--|
| Turbidité<br>(NTU) | 5.39  | 9.86  | 297   | 177  |

Les données de turbidité des échantillons révèlent des variations marquées entre les différents sites. L'échantillon de Metlili affiche une turbidité de 5,39 NTU, indiquant une clarté relativement bonne de l'eau. Noumerate présente une turbidité légèrement plus élevée de 9,86 NTU, ce qui suggère une présence accrue de particules en suspension et une visibilité moindre dans l'eau. En revanche, Oued Nechou se distingue par une turbidité très élevée de 297 NTU, signalant une forte présence de particules en suspension et une visibilité très réduite dans cette zone. L'échantillon des eaux usées domestique de Metlili montre également une turbidité élevée de 177 NTU, témoignant d'une situation similaire à Oued Nechou mais avec une clarté légèrement meilleure. Ces résultats soulignent l'importance de mesures pour réduire la turbidité de l'eau, en particulier dans les zones où elle est excessivement élevée comme Oued Nechou, afin d'améliorer la qualité globale de l'eau et de garantir sa sécurité pour différents usages.

Ces variations peuvent être expliquées par plusieurs facteurs.

#### a)- Échantillon N°1 - Metlili (Eaux Usées Hospitalières) :

Une turbidité relativement basse à Metlili suggère une clarté relativement bonne de l'eau, indiquant une faible quantité de particules en suspension. Cela pourrait refléter des pratiques de gestion des déchets plus efficaces ou une activité médicale moins intense dans cette région.

**b)- Échantillon N°2 - Noumerate (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une turbidité légèrement plus élevée à Noumerate indique une augmentation de la présence de particules en suspension dans l'eau par rapport à Metlili. Cela pourrait être attribué à une activité médicale plus intense ou à des pratiques de gestion des déchets moins efficaces.

**c)- Échantillon N°3 - Oued Nechou (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une turbidité très élevée à Oued Nechou indique une forte concentration de particules en suspension dans l'eau. Cela suggère des problèmes importants d'accumulation de débris solides dans les eaux usées hospitalières de cette région, nécessitant une attention immédiate pour le traitement et la gestion des déchets.

**d)- Échantillon N°4 - Eaux usées Domestique de Metlili :**

Une turbidité élevée dans les eaux domestiques indique une présence significative de particules en suspension. Cela peut résulter de diverses activités domestiques telles que la cuisine, le lavage et le nettoyage, nécessitant un traitement efficace des eaux usées pour réduire l'impact sur l'environnement.

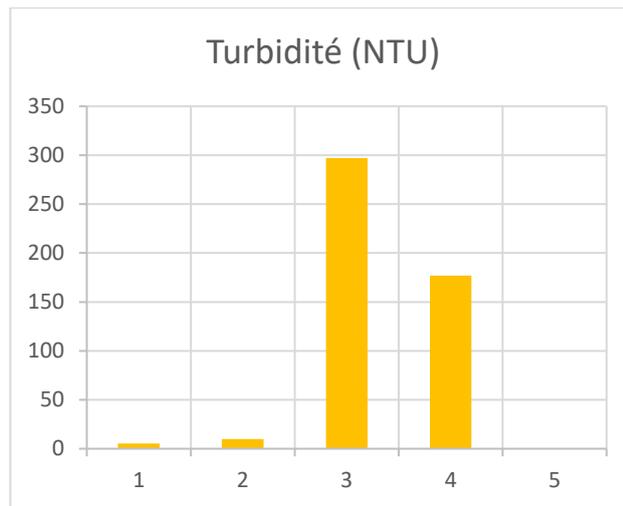


Figure 12 : Variations spatiales de la turbidité (NTU)

**III.2.6. Le Fer (Fe) :**

Tableau 10 : Variations spatiales de la concentration de Fer.

| Echantillon        | N°1- Metlili<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°2- Noumerate<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°3- Oued Nechou<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°4- eaux usées<br>domestique de<br>Mettlili |
|--------------------|---|---|---|--|
| $C_{Fe}$<br>(mg/L) | 0.07  | 0.03  | <0.02   | <0.02  |

Les résultats de la concentration en fer ( $C_{\text{Fer}}$ ) des échantillons indiquent des niveaux relativement faibles de ce composé. L'échantillon de Metlili présente une concentration de 0,07 mg/L, tandis que celle de Noumerate est légèrement inférieure, avec 0,03 mg/L. Oued Nechou et l'échantillon normal montrent des concentrations indiquées comme supérieures à 0,02 mg/L, sans donner de valeur exacte. Ces résultats suggèrent que la présence de fer est minime dans tous les échantillons, ce qui est généralement conforme aux normes de qualité de l'eau. Cependant, une surveillance continue pourrait être nécessaire pour garantir que les niveaux restent dans des limites acceptables pour la santé humaine et l'écosystème aquatique.

Les résultats des analyses des eaux usées des cliniques médicales multiservices révèlent des concentrations de fer (Fe) qui varient légèrement, avec des valeurs comprises entre 0.03 et 0.07 mg/L. Ces concentrations relativement faibles peuvent être attribuées à plusieurs facteurs. Le fer peut être présent dans les eaux usées en raison de l'utilisation d'équipements médicaux contenant ce métal, ainsi que de la présence de médicaments contenant du fer.

**a)- Échantillon N°1 - Metlili (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration relativement faible en fer à Metlili peut indiquer des pratiques médicales utilisant des dispositifs ou des équipements contenant du fer de manière modérée. Cependant, cette concentration reste dans les limites acceptables pour les eaux usées et suggère une gestion adéquate des déchets dans cette région.

**b)- Échantillon N°2 - Noumerate (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration encore plus basse en fer à Noumerate peut refléter des pratiques médicales utilisant des dispositifs ou des équipements moins riches en fer, ou des mesures plus strictes de contrôle des déchets. Cela indique également une bonne qualité des eaux usées hospitalières dans cette zone.

**c)- Échantillon N°3 - Oued Nechou (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration de fer en dessous de la limite de détection à Oued Nechou suggère une absence pratiquement totale de ce métal dans les eaux usées hospitalières. Cela peut être le résultat de pratiques médicales utilisant des équipements non métalliques ou des produits de nettoyage non contenant de fer, ainsi que d'une gestion efficace des déchets.

**d)- Échantillon N°4 - Eaux usées Domestique de Metlili :**

Une concentration de fer en dessous de la limite de détection dans les eaux domestiques indique une présence très faible ou négligeable de ce métal. Cela peut être attribué à une utilisation limitée de produits contenant du fer dans les foyers ou à des mesures efficaces de traitement des eaux usées domestiques.

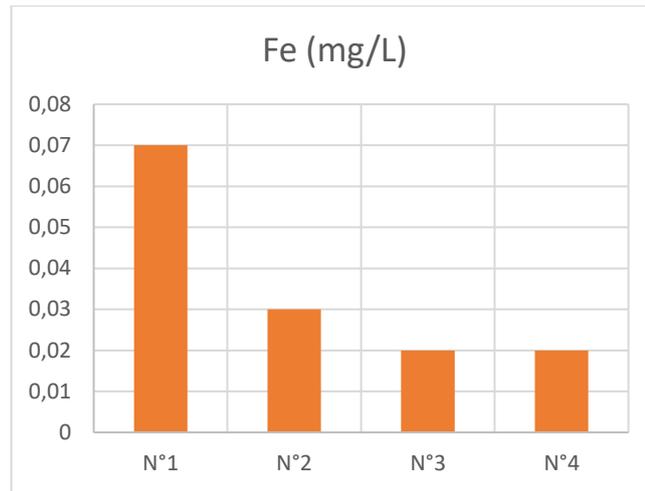


Figure 13 : Variations spatiales de la concentration de Fer  $C_{Fe}$  (mg/L)

### III.2.7. Le Cuivre (Cu):

**Tableau 11:** Variations spatiales de la concentration de Cuivre.

| Echantillon        | N°1- Metlili<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°2- Noumerate<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°3- Oued Nechou<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°4- eaux usées<br>domestique de<br>Mettili |
|--------------------|---|---|---|---|
| $C_{Cu}$<br>(mg/L) | 0.05  | 0.05  | 0.35  | 0.30  |

Les résultats de la concentration en cuivre ( $C_{Cu}$ ) des échantillons présentent des variations significatives entre les différents sites. L'échantillon de Metlili et celui de Noumerate affichent tous deux une concentration de 0,05 mg/L, indiquant des niveaux relativement bas de cuivre dans l'eau. En revanche, Oued Nechou présente une concentration plus élevée de 0,35 mg/L, tandis que l'échantillon normal affiche une concentration légèrement inférieure de 0,30 mg/L. Ces résultats soulignent une augmentation notable de la concentration de cuivre dans les échantillons provenant d'Oued Nechou par rapport aux autres sites. Bien que les niveaux observés ne dépassent pas les seuils réglementaires, une surveillance continue est nécessaire pour éviter toute accumulation excessive de cuivre, ce qui pourrait avoir des conséquences néfastes sur la santé humaine et l'écosystème aquatique.

Ces variations peuvent être expliquées par plusieurs facteurs. Tout d'abord, le cuivre est souvent utilisé dans les équipements médicaux et les instruments chirurgicaux, ce qui peut entraîner des fuites ou des résidus de cuivre dans les eaux usées lors des procédures médicales. De plus, certains médicaments et produits pharmaceutiques peuvent contenir du cuivre, ce qui pourrait contribuer à sa présence dans les échantillons d'eaux usées. Par ailleurs, les installations de

plomberie et les matériaux de construction utilisés dans les cliniques médicales peuvent libérer du cuivre dans les eaux usées.

**a)- Échantillon N°1 - Metlili (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration faible en cuivre à Metlili suggère une présence modérée de ce métal dans les eaux usées hospitalières. Cela peut être dû à l'utilisation de dispositifs médicaux ou d'équipements contenant du cuivre, ainsi qu'à des produits de nettoyage ou de désinfection qui en contiennent. Cependant, cette concentration reste dans les limites acceptables.

**b)- Échantillon N°2 - Noumerate (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration similaire en cuivre à Noumerate indique une présence comparable de ce métal dans les eaux usées hospitalières. Cela pourrait être dû à des pratiques médicales similaires ou à des sources similaires de contamination par le cuivre dans les deux régions.

**c)- Échantillon N°3 - Oued Nechou (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration plus élevée en cuivre à Oued Nechou suggère une présence accrue de ce métal dans les eaux usées hospitalières. Cela peut résulter d'une utilisation plus importante de dispositifs médicaux ou d'équipements contenant du cuivre, ainsi que de produits de nettoyage ou de désinfection plus riches en cuivre dans cette région.

**d)- Échantillon N°4 - Eaux usées Domestique de Metlili :**

Une concentration de cuivre détectée à un niveau modéré dans les eaux domestiques suggère une contamination par ce métal provenant probablement de tuyaux en cuivre dans les maisons ou de produits de nettoyage et de désinfection domestiques. Bien que légèrement élevée, cette concentration reste généralement acceptable pour les eaux usées domestiques.

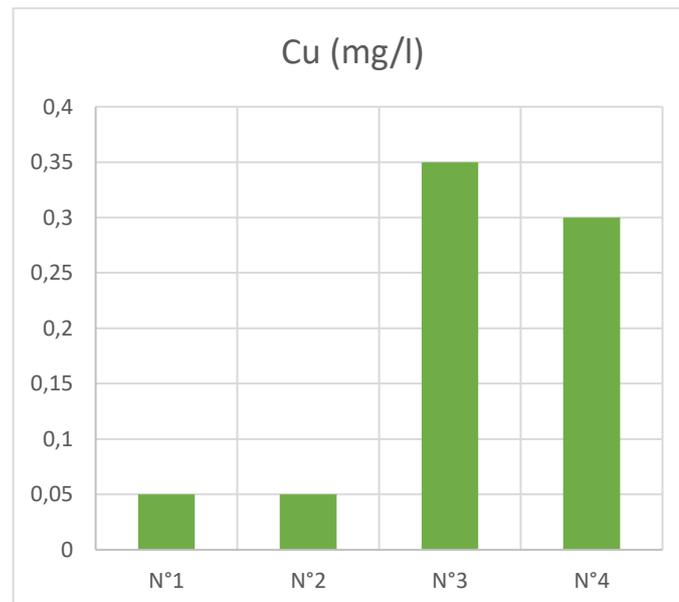


Figure 14 : Variations spatiales de la concentration de Cuivre  $C_{Cu}$  (mg/L)

**III.2.8. Le Manganèse (Mn):****Tableau 12:** Variations spatiales de la concentration de Manganèse

| <b>Echantillon</b>               | N°1- Metlili<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°2- Noumerate<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°3- Oued Nechou<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°4- eaux usées<br>domestique de<br>Mettili |
|----------------------------------|---|---|---|---|
| <b>C<sub>Mn</sub><br/>(mg/L)</b> | 0.055   | 0.23  | 0.24  | 0.33  |

Les résultats de la concentration en manganèse (C<sub>Mn</sub>) des échantillons montrent des variations significatives entre les différents sites. L'échantillon de Metlili présente une concentration relativement faible de 0,055 mg/L, tandis que Noumerate affiche une concentration plus élevée de 0,23 mg/L. Oued Nechou et l'échantillon d'eau usée domestiques présentent des concentrations encore plus élevées, respectivement 0,24 mg/L et 0,33 mg/L. Ces résultats indiquent une augmentation progressive de la concentration en manganèse de Metlili à l'échantillon normal. Bien que les niveaux observés ne dépassent pas les seuils réglementaires, une surveillance continue est nécessaire pour éviter toute accumulation excessive de manganèse, qui peut avoir des implications pour la santé humaine et l'écosystème aquatique.

**a)- Échantillon N°1 - Metlili (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration relativement faible en manganèse à Metlili suggère une présence modérée de ce métal dans les eaux usées hospitalières. Cela peut être attribué à une utilisation limitée de dispositifs médicaux contenant du manganèse ou à des pratiques de nettoyage et de désinfection utilisant des produits moins riches en manganèse dans cette région.

**b)- Échantillon N°2 - Noumerate (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration plus élevée en manganèse à Noumerate suggère une contamination accrue de ce métal dans les eaux usées hospitalières. Cela pourrait être dû à une utilisation plus fréquente de dispositifs médicaux contenant du manganèse ou à des produits de nettoyage et de désinfection riches en manganèse dans cette région.

**c)- Échantillon N°3 - Oued Nechou (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration similaire en manganèse à Oued Nechou suggère une contamination comparable de ce métal dans les eaux usées hospitalières. Cela pourrait être attribué à des pratiques médicales similaires ou à des sources similaires de contamination par le manganèse dans les deux régions.

**d)- Échantillon N°4 - Eaux usées Domestique de Metlili :**

Une concentration détectée à un niveau modéré de manganèse dans les eaux domestiques suggère une contamination par ce métal. Cela peut provenir de diverses sources domestiques telles que les tuyaux en manganèse ou les produits de nettoyage et de désinfection domestiques contenant du manganèse. Bien que légèrement élevée, cette concentration reste généralement acceptable pour les eaux usées domestiques.

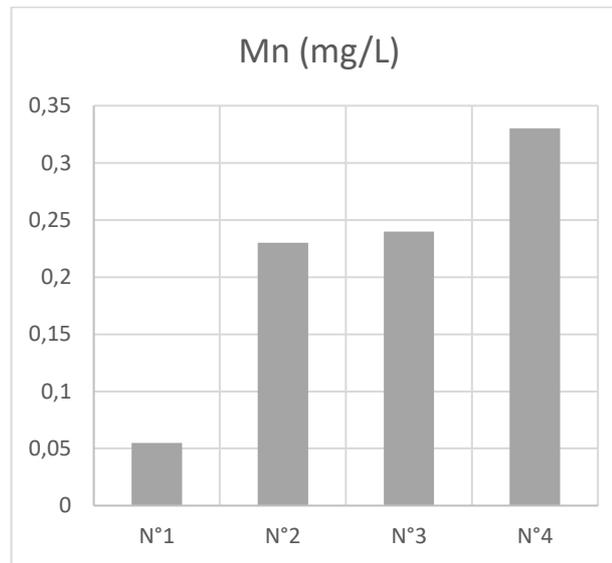


Figure 15 : Variations spatiales de la concentration de Manganèse  $C_{Mn}$  (mg/L)

**III.2.9. Le Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ):**

**Tableau 13:** Variations spatiales de la concentration de Nitrite.

| Echantillon                                     | N°1- Metlili<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°2- Noumerate<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°3- Oued Nechou<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°4- eaux usées<br>domestique de<br>Mettili |
|---|---|---|---|---|
| <b><math>C(\text{NO}_2^-)</math><br/>(mg/L)</b> | 0.021   | 0.008   | <0.013  | <0.013                                      |

Les résultats de la concentration en nitrites  $C(\text{NO}_2^-)$  des échantillons montrent des niveaux différents entre les différents sites. L'échantillon de Metlili présente une concentration de nitrites de 0,021 mg/L, tandis que celle de Noumerate est légèrement inférieure, avec 0,008 mg/L. Les échantillons d'Oued Nechou et d'eaux usées domestique de Metlili montrent des concentrations indiquées comme moins de 0,013 mg/L. Ces résultats suggèrent que la présence de nitrites est faible dans la plupart des échantillons, bien que des niveaux plus élevés puissent être présents dans les échantillons d'Oued Nechou et normal, nécessitant une surveillance

continue pour éviter tout impact sur la santé humaine et l'écosystème aquatique. Ces différences peuvent être attribuées à plusieurs facteurs.

**a)- Échantillon N°1 - Metlili (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration mesurée en nitrites à Metlili suggère une présence détectable mais relativement faible de ce composé dans les eaux usées hospitalières. Cela peut être le résultat de la décomposition de composés azotés présents dans les déchets médicaux. Bien que détectable, ce niveau reste généralement acceptable selon les normes de qualité de l'eau.

**b)- Échantillon N°2 - Noumerate (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration encore plus basse en nitrites à Noumerate indique une présence encore plus faible de ce composé dans les eaux usées hospitalières de cette région. Cela peut refléter des pratiques médicales ou des processus de traitement des eaux plus efficaces, ainsi qu'une moindre charge polluante en azote.

**c)- Échantillon N°3 - Oued Nechou (Eaux Usées Hospitalières) :**

Avec une concentration en nitrites en dessous de la limite de détection à Oued Nechou, cela indique que la quantité de nitrites présente dans les eaux usées hospitalières est inférieure à la valeur mesurable par la méthode utilisée. Cela peut être le résultat de pratiques de traitement des eaux plus efficaces ou d'une charge polluante en azote relativement faible dans cette région.

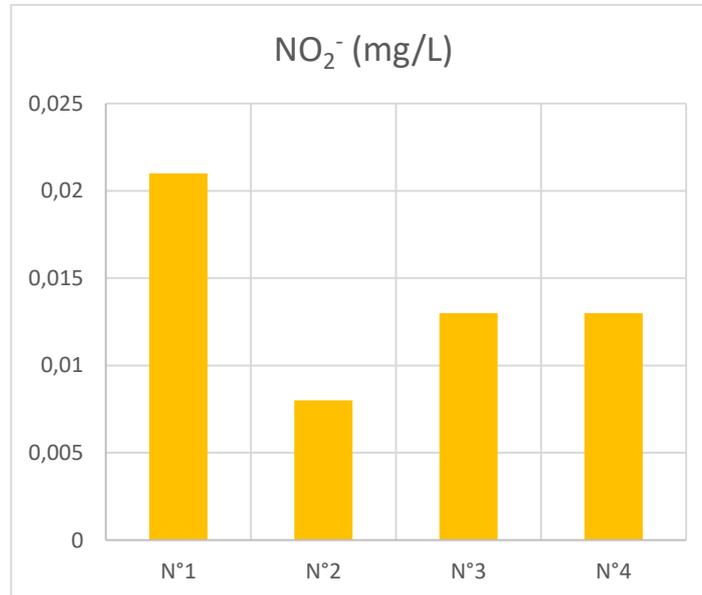


Figure 16 : Variations spatiales de la concentration de Nitrite  $C(NO_2^-)$  (mg/L)

**d)- Échantillon N°4 - Eaux usées Domestique de Metlili :**

Une concentration également en dessous de la limite de détection dans les eaux domestiques indique une présence de nitrites inférieure à la valeur mesurable. Cela peut être attribué à des

pratiques de traitement des eaux domestiques efficaces ou à une moindre contamination par des composés azotés dans les foyers.

### III.2.10. L'ammoniac (NH<sub>3</sub>-N):

**Tableau 14:** Variations spatiales de la concentration de l'ammoniac

| <b>Echantillon</b>                    | N°1- Metlili<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°2- Noumerate<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°3- Oued Nechou<br>(eaux usées<br>hospitalières) | N°4- eaux usées<br>Domestique de<br>Mettili |
|---------------------------------------|---|---|---|---|
| <b>C(NH<sub>3</sub>-N)<br/>(mg/L)</b> | 0.15  | 8.0   | 165   | 107   |

Les résultats de la concentration en ammoniac (NH<sub>3</sub>-N) des échantillons révèlent des écarts significatifs entre les différents sites. L'échantillon de Metlili affiche une concentration de 0,15 mg/L, indiquant des niveaux relativement bas d'ammoniac dans l'eau. En revanche, Noumerate présente une concentration considérablement plus élevée de 8,0 mg/L, ce qui suggère une pollution accrue par l'ammoniac dans cette zone. Oued Nechou se distingue par une concentration extrêmement élevée de 165 mg/L, la plus haute parmi les échantillons, indiquant une contamination sévère par l'ammoniac dans cette zone. L'échantillon d'eaux usées domestique de Metlili montre également une concentration élevée de 107 mg/L, soulignant une situation similaire à les eaux usées hospitalières d'Oued Nechou mais avec une concentration légèrement plus basse. Ces résultats soulignent la nécessité d'une gestion et d'une surveillance attentives pour réduire la concentration en ammoniac dans l'eau, en particulier dans les zones où elle est excessive, afin de protéger la santé humaine et l'écosystème aquatique.

Les différences importantes des concentrations d'ammoniac (NH<sub>3</sub>-N) qui varient considérablement, allant de 0.15 à 165 mg/L, peuvent être expliquées par plusieurs facteurs. Premièrement, l'ammoniac peut provenir de diverses sources, y compris les produits médicaux contenant de l'azote, tels que certains médicaments et désinfectants. De plus, les activités médicales elles-mêmes, telles que l'utilisation de produits de nettoyage et de désinfection, peuvent contribuer à la libération d'ammoniac dans les eaux usées.

#### a)- Échantillon N°1 - Metlili (Eaux Usées Hospitalières) :

Une concentration relativement faible en ammoniac à Metlili suggère une décomposition partielle des composés azotés dans les eaux usées hospitalières. Cela peut être le résultat de pratiques de traitement des eaux efficaces ou d'une moindre charge polluante en azote dans cette région.

**b)- Échantillon N°2 - Noumerate (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration significativement plus élevée en ammoniac à Noumerate indique une présence accrue de ce composé dans les eaux usées hospitalières. Cela peut résulter de processus de décomposition plus actifs des composés azotés ou d'une utilisation plus importante de produits contenant de l'ammoniac dans les installations médicales de cette région.

**c)- Échantillon N°3 - Oued Nechou (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration très élevée en ammoniac à Oued Nechou suggère une contamination grave des eaux usées hospitalières par ce composé. Cela peut être attribué à une forte utilisation de produits contenant de l'ammoniac dans les procédures médicales ou à des pratiques de traitement des eaux inefficaces dans cette région.

**d)- Échantillon N°4 - Eaux usées Domestique de Metlili :**

Une concentration élevée en ammoniac dans les eaux domestiques de Metlili indique une contamination notable par ce composé. Cela peut provenir de diverses sources domestiques telles que les produits de nettoyage contenant de l'ammoniac ou les déchets organiques. Cette concentration souligne l'importance d'un traitement efficace des eaux usées domestiques pour réduire les niveaux de pollution azotée.

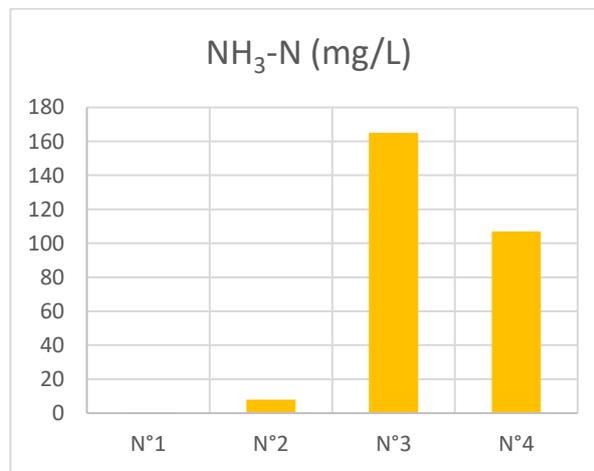


Figure 17 : Variations spatiales de la concentration de l'ammoniac C(NH<sub>3</sub>-N) (mg/L)

**III.2.11. Coliformes totaux:**

**Tableau 15:** Variations spatiales de la concentration de Coliformes totaux.

| Echantillon          | N°1- Metlili<br>(eaux usées hospitalières) | N°2- Noumerate<br>(eaux usées hospitalières) | N°3- Oued Nechou<br>(eaux usées hospitalières) | N°4- eaux usées domestique de Metlili |
|----------------------|--|--|--|---------------------------------------|
| <b>C (UFC/100ml)</b> | 2.5x10 <sup>4</sup>                        | 2.5x10 <sup>5</sup>                          | 1.1x10 <sup>5</sup>                            | 9.5x10 <sup>3</sup>                   |

Les résultats de la présence de coliformes totaux (exprimée en nombre probable de présomption (NPP) par 100 ml) dans les échantillons montrent des différences significatives entre les différents sites. L'échantillon de Metlili affiche une concentration de  $2,5 \times 10^4$  UFC/100ml, tandis que celle de Noumerate est sensiblement plus élevée, avec  $2,5 \times 10^5$  UFC/100ml. Oued Nechou présente également une concentration élevée de coliformes totaux, mesurée à  $1,1 \times 10^5$  UFC/100ml. L'échantillon d'eaux usées domestique de Metlili, bien que moins élevé que les autres, montre toujours une concentration notable de  $9,5 \times 10^3$  UFC/100ml. Ces résultats soulignent une contamination bactérienne significative dans les échantillons, surtout à Noumerate et Oued Nechou. Une telle présence de coliformes totaux peut indiquer une contamination bactérienne, ce qui souligne l'urgence de prendre des mesures pour prévenir les risques environnementaux, tels que la pollution des cours d'eau, la dégradation des habitats aquatiques et les effets néfastes sur la faune et la flore.

Les variations importantes des concentrations de coliformes totaux peuvent être expliquées par plusieurs facteurs.

**a)- Échantillon N°1 - Metlili (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration modérée en coliformes totaux à Metlili peut indiquer une contamination légère à modérée des eaux usées hospitalières par des matières fécales. Cela peut résulter de la présence de patients infectés ou de pratiques de gestion des déchets médicaux qui pourraient être améliorées.

**b)- Échantillon N°2 - Noumerate (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration significativement plus élevée en coliformes totaux à Noumerate indique une contamination plus sévère des eaux usées hospitalières. Cela peut être dû à une mauvaise hygiène dans les installations médicales ou à une capacité insuffisante des systèmes de traitement des eaux usées.

**c)- Échantillon N°3 - Oued Nechou (Eaux Usées Hospitalières) :**

Une concentration élevée en coliformes totaux à Oued Nechou suggère une contamination notable des eaux usées hospitalières. Cela peut être le résultat de la surpopulation dans les installations médicales ou de l'absence de contrôles adéquats des déchets médicaux.

**d)- Échantillon N°4 - Eaux usées Domestique de Metlili :**

Une concentration relativement faible en coliformes totaux dans les eaux domestiques indique une contamination moindre par des matières fécales. Cela peut être attribué à des pratiques d'hygiène domestique adéquates ou à des systèmes de traitement des eaux usées domestiques efficaces.

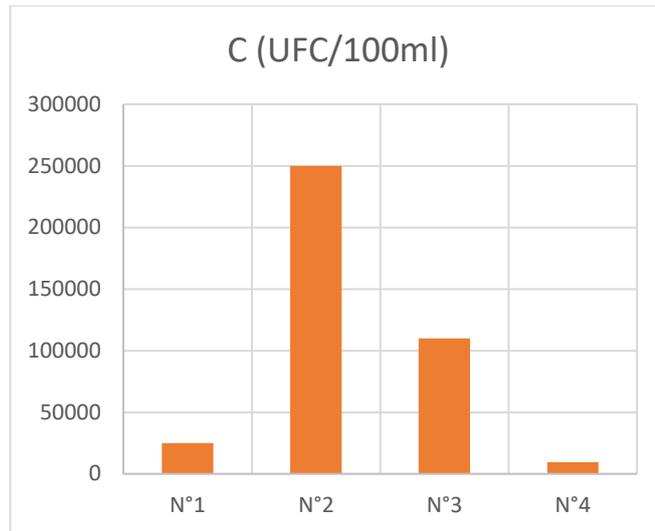


Figure 18 : Variations spatiales de la concentration de Coliformes totaux (UFC/100ml)

**III.2.12. Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO<sub>5</sub>):**

**Tableau 16:** Variation spatio-temporelle de la DBO<sub>5</sub>.

| <i>lieux</i>       | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>Metlili</i>     | 05       | 10       | 17       | 31       | 48       |
| <i>Nomrat</i>      | 62       | 68       | 70       | 72       | 76       |
| <b>Domestique</b>  | 140      | 220      | 240      | 240      | 240      |
| <i>Oued nechou</i> | 84       | 84       | 88       | 86       | 86       |

**Tableau 17:** Variations spatiales de la concentration de la DBO<sub>5</sub>.

| <b>Echantillon</b>                            | N°1- Metlili, eaux usées hospitalières | N°2- Noumerate, eaux usées hospitalières | N°3- Oued Nechou, eaux usées hospitalières | N°4- eaux usées Domestique de Metlili |
|---|--|--|--|---------------------------------------|
| <b>DBO<sub>5</sub> (mg/l d'O<sub>2</sub>)</b> | 48                                     | 76                                       | 240  | 86                                    |

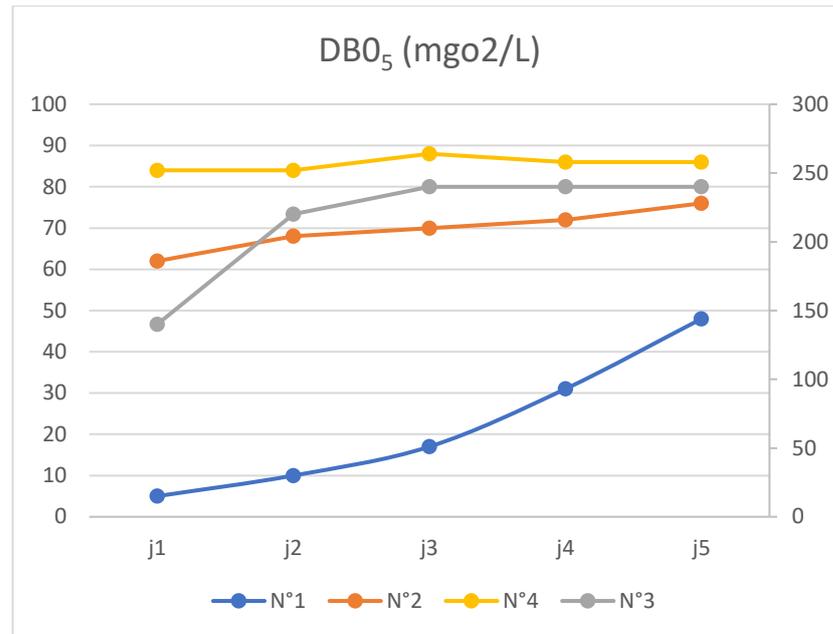


Figure 19 : Variation spatio-temporelle de la DBO<sub>5</sub>

Les résultats de l'analyse de la Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO<sub>5</sub>) mettent en évidence des variations significatives dans la charge de pollution organique des différents échantillons d'eaux usées. L'échantillon N°1, provenant des eaux usées hospitalières de Metlili, affiche une DBO<sub>5</sub> de 48 ml, indiquant une quantité modérée de matières organiques biodégradables. En revanche, l'échantillon N°2, des eaux usées hospitalières de Noumerate, présente une DBO<sub>5</sub> plus élevée de 96 ml, suggérant une charge organique plus importante dans cette eau. L'échantillon N°3, provenant des eaux usées hospitalières d'Oued Nechou, montre une DBO<sub>5</sub> encore plus élevée de 240 ml, indiquant une pollution organique significative et une demande d'oxygène pour la dégradation des matières organiques. Enfin, l'échantillon N°4, des eaux usées domestiques de Metlili, présente une DBO<sub>5</sub> de 86 ml, montrant également une charge organique notable dans cette eau, bien que moins élevée que celle des échantillons hospitaliers. Ces résultats mettent en évidence des différences importantes dans les niveaux de pollution organique des échantillons d'eaux usées, reflétant probablement les différences dans les sources de pollution et les pratiques d'assainissement.

#### a)- Échantillon N°1 - Metlili (Eaux Usées Hospitalières) :

La présence de vers et de moustiques dans l'échantillon d'eau de Metlili N°1 le cinquième jour est préoccupante car elle suggère une dégradation organique avancée de la matière présente dans l'eau. Les vers et les larves de moustiques sont des organismes qui se nourrissent de matière organique en décomposition, ce qui signifie que l'échantillon contient une quantité importante de cette matière.



*Figure 21 : Larves de moustiques.*

Cette dégradation organique peut être causée par divers facteurs, tels que des déversements d'eaux usées non traitées, des rejets industriels contenant des composés organiques, ou des conditions environnementales favorables à la croissance microbienne et à la décomposition de la matière organique.

La fluctuation des niveaux de  $DBO_5$  observée au fil des cinq jours peut être attribuée à cette activité biologique intense dans l'eau. Les micro-organismes présents dans l'échantillon se nourrissent de la matière organique en décomposition, ce qui entraîne une consommation accrue d'oxygène dissous et une augmentation de la  $DBO_5$ .

**b)- Échantillon N°2 - Noumerate (Eaux Usées Hospitalières) :**

Les niveaux croissants de  $DBO_5$  sur les cinq jours suggèrent une charge organique en augmentation dans l'eau, ce qui pourrait être attribuable à des déversements continus d'eaux usées hospitalières riches en matières organiques. Cette augmentation constante soulève des préoccupations quant à l'efficacité du traitement des eaux usées hospitalières avant leur rejet dans l'environnement. Des mesures supplémentaires peuvent être nécessaires pour améliorer le traitement des eaux usées et minimiser leur impact sur la qualité de l'eau.

**c)- Échantillon N°3 - Oued Nechou (Eaux Usées Hospitalières) :**

Les niveaux extrêmement élevés et constants de  $DBO_5$  sur la période de cinq jours indiquent une contamination grave de l'eau par des matières organiques provenant des eaux usées hospitalières. Cette charge organique élevée peut entraîner une dégradation significative de la qualité de l'eau et représenter un risque pour la santé humaine et les écosystèmes aquatiques environnants. Des mesures immédiates doivent être prises pour réduire la contamination et améliorer le traitement des eaux usées hospitalières afin de protéger la santé publique et l'environnement.

**d)- Eau Metlili domestique N°4 (Eaux Usées Domestiques) :**

Les fluctuations observées dans les niveaux de  $DBO_5$  indiquent une variabilité dans la charge organique des eaux usées domestiques sur la période de cinq jours. Bien que les niveaux de  $DBO_5$  ne soient pas aussi élevés que ceux des échantillons d'eaux usées hospitalières, ils soulignent néanmoins l'importance de surveiller et de gérer efficacement les rejets d'eaux usées domestiques pour prévenir la pollution de l'eau et préserver la santé des écosystèmes aquatiques.

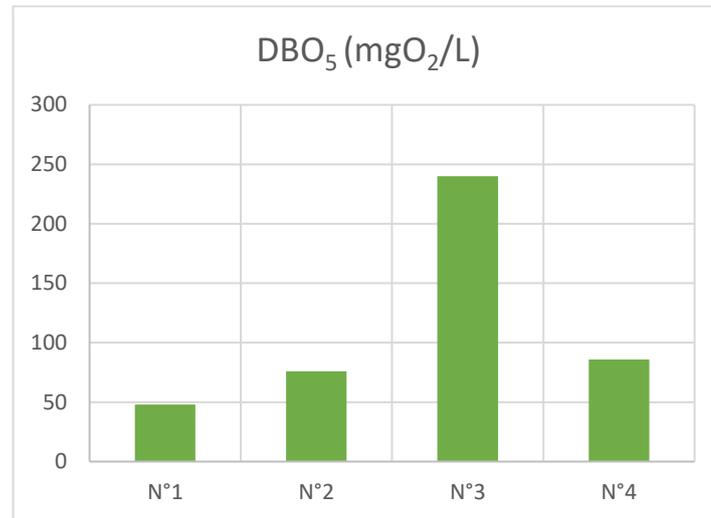


Figure 20 : Variations spatiales de la concentration de la  $DBO_5$  (mL)

Ces résultats soulignent la nécessité d'une gestion efficace des eaux usées et de mesures de protection de l'eau pour prévenir la contamination et la détérioration de la qualité de l'eau. Il est crucial de mettre en œuvre des pratiques de traitement des eaux usées adéquates et de surveiller régulièrement la qualité de l'eau pour protéger la santé humaine et l'environnement.

**III.3. Analyse comparative des résultats :**

L'analyse comparative des résultats montre des variations significatives dans la qualité de l'eau entre les différents sites d'échantillonnage. Tout d'abord, en ce qui concerne les paramètres physico-chimiques, la température de l'eau ne varie que légèrement entre les sites, avec une plage de 18,25 °C à 18,6 °C, indiquant une relative homogénéité thermique. Cependant, des différences notables apparaissent dans les concentrations de certains composés. Par exemple, la demande chimique en oxygène (DCO) présente des variations extrêmes, allant de 12 mg O<sub>2</sub>/L à 847 mg O<sub>2</sub>/L, indiquant des niveaux de pollution organique très différents entre les sites. De même, les concentrations de matières en suspension (MES) varient considérablement, allant de 28,5 mg O<sub>2</sub>/L à 1737 mg O<sub>2</sub>/L, mettant en évidence des niveaux de turbidité très divers. De plus, les concentrations en métaux tels que le cuivre et le manganèse montrent des variations

significatives entre les sites, ce qui peut indiquer des sources de pollution spécifiques dans certaines zones.

En ce qui concerne les paramètres microbiologiques, les résultats révèlent une préoccupation majeure concernant la contamination bactérienne, comme en témoigne la présence élevée de coliformes totaux dans tous les échantillons, allant de  $2,5 \times 10^3$  UFC/100ml à  $2,5 \times 10^5$  UFC/100ml. Cette contamination bactérienne peut être attribuée à diverses sources.

En comparaison, les échantillons d'eaux usées domestiques de Metlili montrent souvent des niveaux moins élevés de ces polluants par rapport aux échantillons hospitaliers, bien que certains paramètres, tels que la DBO<sub>5</sub>, restent significatifs. Cependant, il est intéressant de noter que les échantillons domestiques de Metlili présentent parfois des niveaux de certains polluants, tels que les coliformes totaux, comparables voire supérieurs à ceux des échantillons hospitaliers. Cela soulève des préoccupations concernant la gestion des eaux usées domestiques dans cette région.

Enfin, les échantillons d'eaux usées hospitalières et domestiques de Metlili révèlent souvent des niveaux intermédiaires de pollution par rapport à Noumerate et Oued Nechou. Cela suggère une différence potentielle dans les pratiques d'assainissement et la gestion des déchets entre les différentes localités.

Dans l'ensemble, ces résultats soulignent l'importance de la surveillance continue de la qualité de l'eau et de la mise en œuvre de mesures appropriées de gestion et de traitement pour garantir la sécurité de l'eau pour la consommation humaine et la préservation des écosystèmes aquatiques. Des actions ciblées doivent être entreprises pour réduire les niveaux de pollution, en identifiant et en traitant les sources spécifiques de contaminants, afin de protéger la santé publique et l'environnement.

Ces résultats mettent en lumière l'importance de comprendre et de surveiller les caractéristiques des eaux usées dans différentes zones, ainsi que l'impact potentiel des activités humaines sur la pollution de l'eau. Une gestion efficace des eaux usées et des efforts de traitement sont essentiels pour réduire l'impact environnemental et protéger la santé publique.

#### **III.4. Impact sur les écosystèmes aquatiques :**

L'impact des contaminants dans les eaux usées sur les écosystèmes aquatiques est un sujet d'une importance cruciale, pouvant avoir des conséquences dévastatrices sur la faune et la flore aquatiques. Ces contaminants comprennent les Matières En Suspension (MES), les métaux lourds tels que le fer, le cuivre et le manganèse, ainsi que les substances organiques dégradables. Ensemble, ils détériorent la qualité de l'eau et des habitats aquatiques [47].

Les MES peuvent obstruer les voies respiratoires des organismes aquatiques, perturber la photosynthèse des plantes en bloquant la lumière solaire, et altérer la qualité de l'eau en réduisant la pénétration lumineuse et en augmentant la turbidité [48]. Les métaux lourds, à des concentrations élevées, sont toxiques pour les organismes aquatiques, causant des dommages physiologiques, des changements de comportement, et des perturbations dans les processus de reproduction et de croissance [47]. De plus, les substances organiques dégradables dans les eaux usées peuvent accroître la demande d'oxygène lors de leur décomposition, menant à une hypoxie dans les milieux aquatiques, mettant en danger la survie des espèces aquatiques.

Des cas d'études et des exemples concrets abondent pour illustrer les effets néfastes des contaminants des eaux usées sur les écosystèmes aquatiques. Par exemple, une rivière polluée par des eaux usées non traitées présente une biodiversité réduite, avec la disparition de certaines espèces de poissons sensibles à la pollution et une prolifération d'espèces tolérantes à la pollution. De même, dans des étangs ou des lacs contaminés par des métaux lourds provenant des eaux usées industrielles, on observe des anomalies dans la croissance et le développement des plantes aquatiques, ainsi que des effets néfastes sur les invertébrés et les poissons qui y vivent.

L'impact des contaminants des eaux usées sur les écosystèmes aquatiques est un sujet de préoccupation majeure, documenté dans la littérature scientifique. Les MES présentes dans les eaux usées détériorent la qualité de l'eau et des habitats aquatiques, perturbant les écosystèmes aquatiques. De plus, les métaux lourds peuvent avoir des effets toxiques sur la faune et la flore aquatiques. De plus, les substances organiques dégradables dans les eaux usées peuvent conduire à une augmentation de la demande biochimique en oxygène (DBO) lors de leur décomposition, entraînant une hypoxie dans les écosystèmes aquatiques [47].

Des études de cas et des exemples concrets fournissent des preuves tangibles des effets dévastateurs des contaminants des eaux usées sur les écosystèmes aquatiques. Par exemple, une étude dans une rivière contaminée par des eaux usées non traitées a révélé une réduction significative de la biodiversité, avec une diminution des populations de poissons sensibles à la pollution. De même, des étangs contaminés par des métaux lourds provenant des eaux usées industrielles montrent des anomalies dans la croissance des plantes aquatiques et des effets néfastes sur les populations d'invertébrés et de poissons.

En conclusion, les effets des contaminants des eaux usées sur les écosystèmes aquatiques sont largement documentés et peuvent avoir des conséquences dévastatrices sur la biodiversité et le fonctionnement des habitats aquatiques. Il est crucial de mettre en œuvre des mesures efficaces

de gestion et de traitement des eaux usées pour réduire l'impact de la pollution sur les écosystèmes aquatiques et protéger leur santé à long terme.

### **III.5. Impact sur la santé publique :**

L'impact des contaminants présents dans les eaux usées sur la santé publique est une préoccupation majeure, avec des risques sanitaires associés à différents contaminants et des incidences potentielles sur les communautés locales.

Les contaminants tels que les Matières En Suspension (MES), les métaux lourds comme le plomb, le mercure et le cadmium, ainsi que les substances organiques dégradables, présentent des risques pour la santé humaine. Par exemple, les MES peuvent contenir des agents pathogènes microbiens, tels que des bactéries et des virus, pouvant causer des maladies gastro-intestinales chez les personnes exposées [48]. De même, les métaux lourds peuvent avoir des effets toxiques sur la santé humaine, provoquant des problèmes neurologiques, rénaux, et cardiovasculaires, en fonction de la dose et de la durée d'exposition. De plus, les substances organiques dégradables peuvent entraîner une contamination chimique de l'eau, avec des effets cancérigènes ou mutagènes potentiels sur les populations humaines.

Ces risques sanitaires peuvent avoir des incidences potentielles sur les communautés locales, en particulier celles dépendantes des ressources en eau contaminée. Par exemple, dans les régions où l'eau contaminée est utilisée pour l'irrigation des cultures ou pour la consommation directe, les populations locales peuvent être exposées à des risques accrus de maladies d'origine hydrique. De plus, les effets sur la santé publique peuvent également entraîner des coûts économiques importants pour les systèmes de santé, en raison des traitements médicaux nécessaires pour traiter les maladies associées à l'exposition aux contaminants des eaux usées [48].

En résumé, l'impact des contaminants des eaux usées sur la santé publique est une préoccupation majeure, avec des risques sanitaires associés à différents contaminants et des incidences potentielles sur les communautés locales. Il est essentiel de mettre en œuvre des mesures efficaces de gestion et de traitement des eaux usées pour réduire les risques pour la santé publique et protéger le bien-être des populations locales.

### **III.6. Conclusion :**

Nous avons observé des différences notables dans les concentrations de composés tels que la demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension (MES), ainsi que la présence de métaux tels que le cuivre, le manganèse et le fer. De plus, une préoccupation majeure a été

identifiée concernant la contamination bactérienne, comme en témoigne la présence élevée de coliformes totaux dans tous les échantillons.

Ces résultats soulignent la nécessité d'une gestion et d'une surveillance attentives de la qualité de l'eau, ainsi que la mise en œuvre de mesures appropriées de traitement et de protection de l'environnement. Les différences observées dans les niveaux de pollution organique, les matières en suspension et les concentrations de métaux reflètent la diversité des sources de contamination et des pressions environnementales dans chaque zone étudiée. De plus, la variation de la Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO<sub>5</sub>) souligne la nécessité d'une approche différenciée pour la gestion de la qualité de l'eau, en tenant compte des caractéristiques spécifiques de chaque région.

En somme, notre analyse des eaux usées provenant de différentes sources, y compris des cliniques médicales multiservices et des eaux domestiques, a révélé des variations significatives dans plusieurs paramètres. Ces résultats soulignent la diversité des sources de pollution et la nécessité d'une gestion appropriée des déchets. Des niveaux élevés de certains contaminants, tels que les coliformes totaux et l'ammoniac, mettent en évidence l'importance d'une surveillance continue et de mesures d'atténuation pour protéger la santé publique et l'environnement.

**CONCLUSION**  
**GENERALE**

### **Conclusion générale :**

Face à l'intensification de la pression démographique et des activités hospitalières, il devient crucial d'évaluer les eaux usées domestiques et hospitalières pour une gestion durable de l'environnement et la protection de la santé publique. La question centrale est de savoir comment les caractéristiques distinctes de ces eaux influent sur la composition chimique et biologique des rejets et leurs impacts sur les écosystèmes aquatiques et la sécurité sanitaire.

Cette étude vise à comparer la composition et la charge de polluants des eaux usées domestiques et hospitalières à plusieurs points de prélèvement dans la willaya Ghardaia, dans un contexte d'augmentation démographique et d'activités hospitalières croissantes. L'objectif est de comprendre les différences dans les caractéristiques chimiques et biologiques de ces deux sources d'eaux usées et leurs implications pour la gestion environnementale et la santé publique. L'étude a été menée en prélevant des échantillons d'eaux usées provenant de cliniques multiservices et de zones résidentielles. Les propriétés physico-chimiques et microbiologiques de ces échantillons ont été analysées pour identifier les différences et les similitudes entre les deux sources d'eaux usées.

Les analyses ont révélé des variations significatives dans la demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension (MES), et la présence de métaux tels que le cuivre, le manganèse et le fer. La contamination bactérienne, notamment en coliformes totaux, a été élevée dans tous les échantillons. Ces résultats indiquent des niveaux de pollution variés, nécessitant une gestion différenciée et des mesures de traitement spécifiques.

Les résultats suggèrent des pressions environnementales distinctes dans les zones étudiées. La diversité des sources de pollution et les variations observées dans les paramètres de qualité de l'eau soulignent la nécessité d'une approche intégrée pour la gestion des ressources en eau. La surveillance continue et la mise en œuvre de mesures d'atténuation sont essentielles pour protéger la santé publique et les écosystèmes aquatiques.

Cette étude met en lumière les différences significatives entre les eaux usées domestiques et hospitalières à Ghardaia, et souligne l'importance d'une gestion adaptée et différenciée de ces rejets. La compréhension approfondie des caractéristiques des eaux usées et des sources de pollution est cruciale pour une gestion durable des ressources en eau et la protection de la santé publique et de l'environnement.

Pour mieux approfondir la compréhension de la composition des eaux usées et développer une analyse comparative, il est recommandé d'ajouter plusieurs points de prélèvement. Ces points devraient inclure diverses sources, telles que des eaux usées domestiques, industrielles et

## **CONCLUSION GENERALE**

---

hospitalières, chacune possédant des capacités variées et des services différents de ceux qui ont été sélectionnés dans cette étude.

Pour les études futures, il est recommandé d'élaborer un procédé de prétraitement spécifique dans les hôpitaux afin de réduire de manière significative la charge de polluants présents dans les eaux usées hospitalières. Cette approche novatrice pourrait impliquer l'installation de systèmes de filtration avancés ou de technologies de traitement spécialisées, conçues pour cibler et éliminer efficacement les contaminants à la source même de leur production. Par exemple, des dispositifs de filtration à membrane ou des technologies de traitement biologique pourraient être envisagés pour cibler les substances chimiques nocives et les agents pathogènes présents dans les eaux usées hospitalières. En intégrant ces recommandations dans les futures recherches et pratiques, il serait possible de concevoir des solutions de prétraitement innovantes et durables qui contribuent à réduire l'impact environnemental des établissements de santé tout en protégeant la santé publique et les écosystèmes aquatiques.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### Références bibliographiques :

- [1] P. Verlicchi, a. Galletti, m. Petrovic, and d. Barceló, "hospital effluents as a source of emerging pollutants: an overview of micropollutants and sustainable treatment options," *journal of hydrology*, vol. 389, no. 3.
- [2] Damià Barceló, "Emerging pollutants in water analysis," *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, vol. 22, no. 10.
- [3] Becker, R. W., Ibáñez, M., Lumbaqué, E. C., Wilde, M. L., da Rosa, T. F., Hernández, F., & Sirtori, C, "Investigation of pharmaceuticals and their metabolites in Brazilian hospital wastewater by LC-QTOF MS screening combined with a preliminary exposure and in silico risk assessment," *Science of The Total Environment*, vol. 699.
- [4] M. Söregård, H. Campos-Pereira, M. Ullberg, F. Y. Lai, O. Golovko, and L. Ahrens, "Mass loads, source apportionment, and risk estimation of organic micropollutants from hospital and municipal wastewater in recipient catchments," *Chemosphere*, vol. 234.
- [5] E. A. Serna-Galvis, J. Silva-Agredo, A. M. Botero-Coy, A. Moncayo-Lasso, F. Hernández, and R. A. Torres-Palma, "Effective elimination of fifteen relevant pharmaceuticals in hospital wastewater from Colombia by combination of a biological system with a sonochemical process," *Science of The Total Environment*, vol. 670.
- [6] Vo, Hoang Nhat Phong, Thammarat Koottatep, Saroj Kumar Chapagain, Atitaya Panuvatvanich, Chongrak Polprasert, Thi Minh Hong Nguyen, Chawalit Chaiwong, and Ngoc Luong Nguyen, "Removal and monitoring acetaminophen-contaminated hospital wastewater by vertical flow constructed wetland and peroxidase enzymes," *Journal of Environmental Management*, vol. 250.
- [7] E. Carraro, S. Bonetta, C. Bertino, E. Lorenzi, S. Bonetta, and G. Gilli, "Hospital effluents management: Chemical, physical, microbiological risks and legislation in different countries," *Journal of Environmental Management*, vol. 168, 2016.
- [8] Hadjout Kahina, "Caractérisation des eaux usées domestiques de la STEP Sid Ali Lebhar. Détermination de leurs paramètres physico-chimiques, biologiques et bactériologiques en vue de la possibilité de leur rejet dans l'environnement.," Master, Université de Bejaia, 2018.
- [9] Bettache. Ali, "Traitement des eaux usées domestique par bio dénitrification ; effets des nitrates. Thèse d'ingénieur, Université Chouaib Doukkali," 2013.
- [10] Dejoux Claude, *Pollution des eaux continentales africaines*, Editions Orstom. 1988.
- [11] Edline Francis, *L'épuration biologique des eaux résiduaires* : Ed. Cebedoc, Paris. 1979.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- [12] Grosclaude. Gérard, L'eau Usage et polluants. Edition INRA. 1999.
- [13] C. M. K. Bounoua, Sahli R, "Analyses physico-chimiques des eaux usées au niveau de la station d'épuration de la wilaya de Bordj Bou Arreridj," Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A, 2017.
- [14] Younsi Tarek, Chikha Belgacem Rachid « Epuration des eaux usées de la commune de Touggourt par le procédé de la boue activée », mémoire de Master, université Hamma Lakhdar d'el-oued, 2015.
- [15] Raymond Desjardins., (2007) ; traitement des eaux ; deuxième édition revue et enrichie, Canada,;305p.
- [16] Belahmadi, Mohamed Seddik Oussama "Etude de la biodégradation du 2,4 dichlorophénol par le microbiotes des effluents d'entrée et de la sortie de la station d'épuration des eaux usées d'Ibn Ziad," magister, université Mentouri-Constantine, 2011.
- [17] Nasri Behzâd, Évaluation des fonctions de pédotransfert d'un sol hétérogène, milieu récepteur d'eau usée traitée, sur un site pilote dédié. Diss. Paris Est, 2013.
- [18] O. Bachi, S. Bissati, "caracteristiques des eaux usees domestiques epurees par les plantes (wwg), cas de la station du vieux ksar de temacine, algerie.," presented at the 1er séminaire international sur la ressource en eau au sahara : evaluation, economie et protection, le 19 et 20 janvier 2011(Ouargla), Ouargla, Algérie, 2011.
- [19] Alex Lina Aleke, "Evaluation des charges polluantes (domestiques et industrielles) arrivant au lac Kivu dans la ville de Bukavu, RD. Congo," Université de Liège, 2016.
- [20] Bessila Chaima, Meghraoui Rayene, "Evaluation Bactériologique des eaux usées hospitalières du CHU de Constantine prélevées à partir de la station de relevage Sidi M'cid," Master Université des Frères Mentouri Constantine, 2018.
- [21] C. Darsy, Lescure, I., Payot, V., Rouland, G, "Effluents des établissements hospitaliers: teneur en microorganismes pathogènes, risques sanitaires, procédures particulières d'épuration et de gestion des boues," 2002.
- [22] Clapeau, G., Decroix, B., Bakayoko-Ly, R., Varenne, B., Dosso-Hien, D. and Decroix, M.O, "Enquête sur les méthodes de nettoyage, décontamination." Cahiers Santé 7 (1997): 323-9.
- [23] Hassine Khaled, and Ridha HAMZA. "les risques liés aux elements biologiques et minéraux des eaux usees urbaines."
- [24] Wiest Laure, Robert Baudot, and Emmanuelle Vulliet. "Impact des rejets de médicaments sur le milieu récepteur: résultats des projets Sipibel et Irmise." Techniques Sciences Méthodes 6 (2016): 12-21.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- [25] Rejsek Franck, "Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine," 2005.
- [26] Bodart Pierre, "De la radiologie d'hier (1950) à l'imagerie médicale d'aujourd'hui."
- [27] Anna Norström, "Treatment of domestic wastewater using microbiological processes and hydroponics in Sweden -Department of Biotechnology, Division of Applied Environmental Microbiology," University Center, Stockholm, Sweden, 2005.
- [28] Evens Emmanuel, "Évaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers," doctorat, école doctorale de chimie de Lyon, 2004.
- [29] Clotilde Boillot, "Évaluation des risques écotoxicologiques liés aux rejets d'effluents hospitaliers dans les milieux aquatiques," doctorat, École Doctorale de Chimie de Lyon 2008.
- [30] Bedjaoui, Rima, Brahim, Imene Fatima Zohra, "caracterisation et traitement des effluents hospitaliers du chu de tlemcen," ingénieur, departement de genie de l'environnement, ecole nationale polytechnique, 2017.
- [31]. Sadia Tondossama, Kouadio N'da, Koffi Brou, Sidiki Fofana, and Koné Tié. "Évaluation des paramètres physico-chimiques des eaux usées de l'hôpital universitaire de Treichville en Côte d'Ivoire." *Journal of Materials and Environmental Science*, vol. 14, no. 7, 2023, pp. 826-837.
- [32] A. Bouzid and N. E. Tarmoune, "qualite des eaux de l'aquifere du continental intercalaire (ci) de metlili."
- [33] Grada Zineb, "Caractérisation physico-chimique et bactériologique du lait de chèvre dans la willaya Ghardaïa."
- [34] Infoclimat, climatologie des l'année 2023 à Ghardaia : <https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2023/ghardaia/valeurs/60566.html>
- [35] citypopulation: <https://worldpopulationreview.com/countries/algeria-population>
- [36] w. p. review: <https://worldpopulationreview.com/countries/algeria-population>.
- [37] Helali Sihem. Application de la photocatalyse pour la dégradation des polluants chimiques et bactériologiques dans l'eau en utilisant des catalyseurs irradiés par des photons de lumière naturelle ou artificielle (UV-A/UV-B). Diss. Université Claude Bernard-Lyon I, 2012.
- [38] Tahar Faouzi Ben Ridha Ben Cheikh, and Jean François Blais. "Décoloration des eaux usées de levurerie par adsorption sur charbon." *Journal of Environmental Engineering and Science* 3.4 (2004): 269-277.
- [39] N. D. François Clerc, Caroline Douchez, Jean-Paul Gibaux, Marie-Pierre Rousseaux, L'industrie au regard de l'environnement en Nord - Pas-de-Calais Les chiffres clés. 2011.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- [40] Julie Farinacci, "Biomasse photoactivée pour le traitement des eaux résiduaires : influence des conditions opératoires sur le potentiel de récupération de ressources," Doctorat, école doctorale mathématiques, sciences de l'information et de l'ingénieur – ed269 umr 7357, université de strasbourg, 2023.
- [41] Zidane Fatiha, Adil Rhazzar, Jean-François Blais, Kamal Ayoubi, Jalila Bensaid, S. EL Basri, Noureddine Kaba, Qassid Fakhreddine, and Brahim Lekhlif, "Contribution à la dépollution des eaux usées de textile par électrocoagulation et par adsorption sur des composés à base de fer et d'aluminium." *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 5.4 (2011): 1727-1745.
- [42] V. Kumar, P. K. Bharti, M. Talwar, A. K. Tyagi, and P. Kumar, "Studies on high iron content in water resources of Moradabad district (UP), India," *Water Science*, vol. 31, no. 1.
- [43] G. K. Khadse, P. M. Patni, and P. K. Labhasetwar, "Removal of iron and manganese from drinking water supply," *Sustainable Water Resources Management*, vol. 1, no. 2.
- [44] Liu Baoyou, "Determination of copper in metal processing wastewater by stripping Voltammetry," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2017, vol. 224, no. 1: IOP Publishing.
- [45] Dégbey, Cyriaque, Michel Makoutode, Edgard-Marius Ouendo, Benjamin Fayomi, and Christophe De Brouwer, "La qualité de l'eau de puits dans la commune d'Abomey-Calavi au Bénin." *Environnement, Risques & Santé* 7.4 (2008): 279-83.
- [46] Savoye B, Cochonat P, Apprioual, R., Bain, O., Baltzer A., Bellec, V. Beuzart, P., Bourillet J.F, Cagna R., Cremer M. and Crusson A., "Structure et évolution récente de l'éventail turbiditique du Zaïre: premiers résultats scientifiques des missions d'exploration Zaiango1 & 2 (marge Congo–Angola)," *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series IIA-Earth and Planetary Science*, vol. 331.
- [47]. Sadia Remili et Ahmed Kerfouf, « Évaluation de la qualité physico-chimique et du niveau de contamination métallique (Cd, Pb, Zn) des rejets d'eaux usées d'Oran et de Mostaganem (littoral Ouest algérien) », *Physio-Géo*, Volume 7 | -1, 165-182.
- [48]. Merghem et al. J. Mater, "Principal component analysis of physico-chemical parameters of wastewater from the University Hospital Center of Treichville in Côte d'Ivoire", *Environ. Sci.* 7 (5) (2016) 1516-1530.
- [49]. Abdesselem, K., Azedine, H., & Lynda, C. (2011). Impact des eaux usées domestiques sur l'environnement, et évaluation de l'indice de risque sur la santé publique: Cas de la ville de Bechar, SW Algérien. *European Journal of Scientific Research*, 53(4), 582-589.

# **ANNEXES**

### **Annexe (01) : protocoles d'analyse.**

#### **ISO 3696:1987 eaux pour laboratoire à usage analytique —spécification et méthodes d'essai.**

L'échantillon doit être placé dans un récipient propre et étanche, réservé exclusivement à la conservation des échantillons d'eau. L'échantillon prélevé doit être de quantité suffisante pour remplir entièrement le récipient. Il est important de prendre des précautions pour éviter toute contamination du contenu.

Des récipients vieillis (c'est-à-dire des récipients immergés pendant au moins 2 heures dans une solution d'acide chlorhydrique,  $C(HCl) = 1 \text{ mol/l}$ , à ébullition, puis deux fois pendant 1 heure dans de l'eau distillée à ébullition) en verre borosilicaté, ainsi que des récipients en matière plastique inerte (par exemple en polyéthylène ou en polypropylène) peuvent être utilisés. Il faut cependant s'assurer que l'eau n'a pas été contaminée durant sa conservation dans les récipients, notamment en ce qui concerne les matières oxydables et l'absorbance.

Livre de Jean RODIER L'Analyse de l'eau 9e édition [1].

Le matériel de prélèvement doit être soigneusement préparé. Il est recommandé d'utiliser des flacons neufs en verre borosilicaté ou en polyéthylène haute densité (PEHD) avec des bouchons en téflon. Ces flacons doivent être lavés avec une solution détergente à chaud, rincés à l'eau déionisée, puis séchés. Ils peuvent être réutilisés après un lavage adéquat si l'échantillon n'est pas trop pollué.

Pour les prélèvements destinés à l'analyse des éléments minéraux, les flacons doivent être traités à l'acide nitrique, rincés abondamment, égouttés, fermés mais non séchés pour maintenir une atmosphère humide. Cela permet de rincer le flacon au moment du prélèvement et d'éliminer une éventuelle contamination.

Les détergents utilisés pour le lavage doivent être sans phosphates, bore, etc., pour éviter toute contamination des échantillons. L'utilisation de mélanges sulfochromiques est proscrite en raison de la transformation du chrome 6 en chrome 3, facilement adsorbé par le verre, et de la toxicité du réactif. Pour les éléments organiques, un traitement par détergent de laboratoire suivi des rinçages habituels est nécessaire.

Au moment du prélèvement pour l'analyse chimique, les flacons doivent être rincés trois fois avec l'eau à analyser, puis remplis jusqu'au bord. Le bouchon doit être placé de manière à éviter toute bulle d'air et à rester en place durant le transport.

### **Annexe (02) : Instruments des mesures :**

#### **1. Spectrophotomètre :**

Utilisé pour mesurer les concentrations de Fer, Cuivre, Manganèse, Nitrite, et l'ammoniac.

Spectrométrie et spectrophotométrie sont des méthodes d'analyse grâce auxquelles on parvient à déterminer le taux d'absorbance d'une substance chimique, c'est-à-dire sa capacité d'absorption de la lumière. Pour procéder à un dosage par spectrophotométrie, on utilise un appareil spécial, le spectrophotomètre qui est capable d'évaluer le spectre d'absorbance d'une solution. Le principe de la spectrophotométrie est simple : l'appareil réalise une mesure de l'intensité de la lumière qu'il reçoit, une fois celle-ci passée à travers un récipient transparent (cuvette dont la matière doit être adaptée à la longueur d'onde), contenant la solution à étudier. À partir de l'intensité de la lumière qui est émise (notée  $I_0$ ) et d'après la mesure de l'intensité de la lumière transmise ( $I$ ), l'appareil calcule l'absorbance ( $A$ ). La formule algébrique de cette opération est :  $A = \log(I_0/I)$ .

La méthode de spectrophotométrie est très fréquemment utilisée en raison de ses nombreux avantages : elle est facile à mettre en œuvre, elle permet d'étudier des molécules biologiques en solution et de déterminer leur concentration, elle ne nécessite que des mesures simples et elle peut également permettre de tester un ensemble de paramètres annexes, tels que la température, le pH, etc. On utilise en général une spectrophotométrie UV, laquelle permet aussi de mesurer l'absorbance de gaz ou de solides bien que cela soit plus rare que des solutions. Toutefois, l'absorption UV-visible n'est pas un test spécifique pour tout composé, car il peut être perturbé par divers éléments, comme la nature du solvant, le pH de la solution, sa température, la présence d'impuretés...

La dépendance à l'égard du  $\text{NH}_3$  (ammoniac) plutôt que du  $\text{NH}_4^+$  (ion ammonium) pour évaluer la qualité de l'eau repose sur plusieurs raisons scientifiques et pratiques. Voici les principales raisons :

#### **1. Toxicité de l'Ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) :**

**Toxicité accrue :** L'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) est beaucoup plus toxique pour les organismes aquatiques que l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Même à faibles concentrations, le  $\text{NH}_3$  peut causer des effets néfastes sur la vie aquatique, notamment sur les poissons et autres organismes sensibles. Par conséquent, la concentration de  $\text{NH}_3$  dans l'eau est un indicateur crucial de la qualité de l'eau.

#### **2. Équilibre Chimique :**

**Équilibre pH-dépendant :** L'équilibre entre  $\text{NH}_3$  et  $\text{NH}_4^+$  dans l'eau est pH-dépendant. À un pH élevé, l'équilibre se déplace en faveur de  $\text{NH}_3$ , tandis qu'à un pH plus bas,  $\text{NH}_4^+$  prédomine.

Étant donné que la toxicité dépend fortement de la forme de l'azote ammoniacal présente, il est essentiel de mesurer et de surveiller  $\text{NH}_3$  pour une évaluation précise de la qualité de l'eau.



### 3. Effets sur l'Oxygène Dissous :

**Consommation d'oxygène :** L'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) est plus facilement oxydé dans les systèmes aquatiques, consommant de l'oxygène dissous dans le processus. Cela peut réduire la disponibilité d'oxygène pour les organismes aquatiques, exacerbant les effets négatifs sur l'écosystème.

### 4. Régulations Environnementales

**Normes réglementaires :** De nombreuses réglementations environnementales et directives de qualité de l'eau se concentrent sur la concentration de  $\text{NH}_3$  en raison de sa toxicité. Les agences environnementales définissent souvent des limites spécifiques pour  $\text{NH}_3$  afin de protéger la faune et la flore aquatiques.

### 5. Impact sur les Systèmes de Traitement de l'Eau :

**Traitement des eaux :** Dans les stations de traitement des eaux usées, la gestion des concentrations de  $\text{NH}_3$  est essentielle pour éviter la formation de sous-produits toxiques et pour assurer le bon fonctionnement des processus de nitrification et de dénitrification.

### 6. Sensibilité aux Variations de Température et de pH :

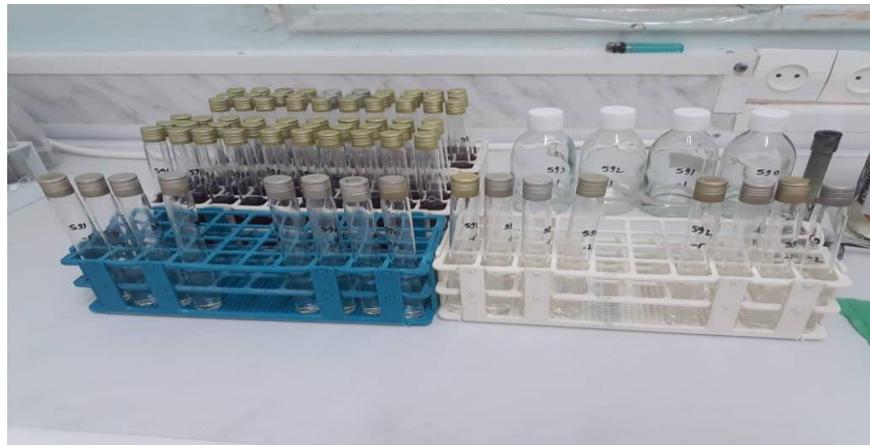
**Variation en fonction des conditions :** Les concentrations de  $\text{NH}_3$  sont plus sensibles aux variations de température et de pH que celles de  $\text{NH}_4^+$ . Cela signifie que des fluctuations dans ces conditions peuvent avoir un impact plus significatif sur les niveaux de toxicité liés à  $\text{NH}_3$ , nécessitant une surveillance rigoureuse.



*Spectrophotomètre*

## 2. Coliforme totaux :

### - Mode opératoire :



On a utilisé la méthode NPP (ISO 9308-2) : La méthode du nombre plus probable (NPP)  
La technique est basée sur la détermination de la présence ou l'absence (pos ou nég) des micro-organismes dans les échantillons de l'eau ou d'autres environnements, sur des essais de dilutions de plus en plus fortes, en fonction d'attributs spécifiques.



*Incubation des tubes à 37°C*

**3. MES:**

**La méthode de Filtration-Gravimétrie:**

L'analyse gravimétrique des particules collectées par filtration est la méthode la plus fréquemment utilisée pour déterminer la concentration de particules dans l'air ambiant et dans les émissions. Le pesage de particules présentes dans un filtre est un processus de pesage différentiel.

Matière en suspension

**Mode opératoire :**

1. Prendre un papier filtre 45mm de diamètre (1µm de diamètre de pores).
2. Sécher le filtre à 105°C pendant 1h30min après lavage à l'eau distillée (pour éliminer toute impureté), puis prendre sa masse  $m_0$ .
3. Par un montage de filtration sous vide, filtrer un volume V d'échantillon (V : Dépend de la charge d'eau en MES).
4. Sécher le filtre à 105°C pendant 1h30min puis prendre la masse  $m_1$  après filtration.

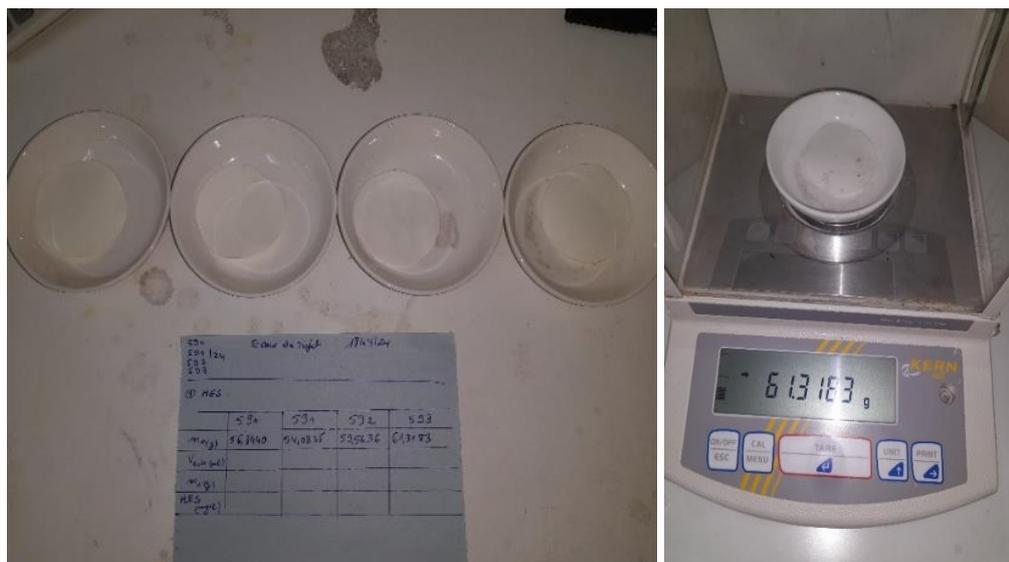
**Expression de résultats [2]:**

$$MES_{(mg/L)} = 10^6 \cdot \frac{m_1 - m_0}{V}$$

$m_0$  : masse du filtre avant filtration en g.

$m_1$  : masse du filtre après filtration en g.

V : le volume d'échantillon filtré en ml.



*Les poids de filtre*



*Système d'aspiration à vide*



*Séchage des filtres l'étuve a 105 °C pendant 2hrs*

#### 4. Turbidité :



*Turbidimetre*

**5. Température, pH :**

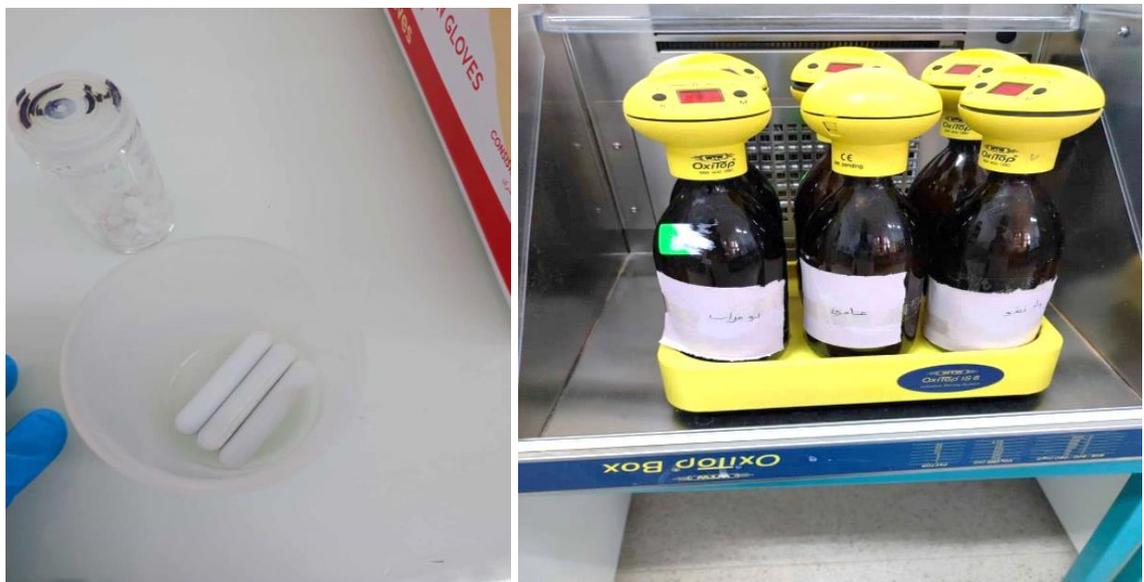


*Multi-paramètres*

**6. DBO<sub>5</sub> :**

**Mesure de la DBO<sub>5</sub> ( méthode dite manométrique) :**

La mesure avec OxiTop® repose sur une mesure de la pression dans un système clos. Les micro-organismes qui se trouvent dans l'échantillon consomment l'oxygène en formant du CO<sub>2</sub>. Celui-ci est absorbé avec KOH. Il s'ensuit une dépression dont la mesure peut être lue directement dans la DBO en mg/l [3].



*DBO<sub>5</sub> oxytopes et enceinte thermostaté*

**Annexe (03) : Laboratoire de contrôle de la qualité et de contrôle de la résolution – EL Guerrara, Ghardaïa.**

LAB-SUD est un laboratoire d'analyse de la qualité et de la conformité privé, créé en 2013 par autorisation du Ministère du Commerce.



## مخبر الجنوب لتحاليل الجودة والمطابقة

Laboratoire d'analyse de la qualité et de la conformité LAB-SUD

### تحاليل مياه الشرب

Analyses des eaux potables



**مياه الخزانات**  
Eaux de réservoirs



**المياه المعدنية**  
Eaux minérales



**ماء الحنفية**  
Eau de Robinet



**مياه الآبار**  
Eaux de puits



### التحاليل الميكروبيولوجية

Analyses microbiologiques

- Germes aérobies
- Streptocoques fécaux
- Coliformes totaux et fécaux
- Anaérobies sulfito-réducteurs



### التحاليل الفيزيائية الكيميائية

Analyses physico-chimiques

- pH
- Dureté
- Sels solubles totaux (TDS)
- Composition chimique : Calcium, Magnésium, Sodium, Potassium, Nitrite, Nitrate ...etc.

0662 04 00 56    029 26 13 34    Labsud.cq@gmail.com

## OFFRE DE SERVICE

### ANALYSES DES EAUX POTABLES

| <i>Paramètres analytiques</i>                 | <i>Offre 01</i> | <i>Offre 02</i> | <i>Offre 03</i> | <i>Offre 04</i> |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>Analyse microbiologique</i>                | ✓               | ✓               | ✓               | ✓               |
| <i>pH à 20°C</i>                              | ✓               | ✓               | ✓               | ✗               |
| <i>Conductivité à 25°C</i>                    | ✓               | ✓               | ✓               | ✗               |
| <i>Sels solubles totaux (TDS)</i>             | ✓               | ✓               | ✓               | ✗               |
| <i>Bicarbonates</i>                           | ✓               | ✗               | ✗               | ✗               |
| <i>Dureté</i>                                 | ✓               | ✓               | ✓               | ✗               |
| <i>Calcium (Ca<sup>2+</sup>)</i>              | ✓               | ✗               | ✗               | ✗               |
| <i>Magnésium (Mg<sup>2+</sup>)</i>            | ✓               | ✗               | ✗               | ✗               |
| <i>Chlorure (Cl<sup>-</sup>)</i>              | ✓               | ✗               | ✗               | ✗               |
| <i>Potassium (K<sup>+</sup>)</i>              | ✓               | ✗               | ✗               | ✗               |
| <i>Sodium (Na<sup>+</sup>)</i>                | ✓               | ✗               | ✗               | ✗               |
| <i>Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)</i> | ✓               | ✗               | ✗               | ✗               |
| <i>Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</i>  | ✓               | ✓               | ✗               | ✗               |
| <i>Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)</i>  | ✓               | ✓               | ✗               | ✗               |

WhatsApp 0662 04 00 56

Phone 029 26 13 34

Email Labsud.cq@gmail.com



**مخبر الجنوب لتحاليل الجودة والمطابقة**  
**Laboratoire d'Analyse de la Qualité et de la Conformité "LAB-SUD"**

Autorisation du ministère du commerce N° 001/2013 du 28 janvier 2013

Guerrara le: 15/04/2024

DEVIS N°: 014/24

Doit : Guellaa Dem Bouthaina

**ANALYSE D'EAU**

| PARAMETRE  | QUANTITE | P.U H.T. | TOTAL H.T.           |
|--|----------|----------|----------------------|
| MES -matières en suspension (Filtration-Gravimétrie) | 4        | 2 500,00 | 10 000,00            |
| Fer  | 4        | 2 500,00 | 10 000,00            |
| Manganèse Mn <sup>2+</sup>                           | 4        | 3 000,00 | 12 000,00            |
| Cuivre   | 4        | 2 800,00 | 11 200,00            |
| Nitrites   | 4        | 2 300,00 | 9 200,00             |
| Ammoniac (NH3-N)                                     | 4        | 3 000,00 | 12 000,00            |
| Analyse microbiologique: Coliformes totaux           | 4        | 2 000,00 | 8 000,00             |
| <b>TOTAL HT:</b>                                     |          |          | <del>72 400,00</del> |
| <b>Total après Remise :</b>                          |          |          | 65 160,00            |



Prélèvement: par le client

Echantillon : 1,5L en flacon plastique neuf

Paieement : 100% à la réception de l'échantillon

Delais de livraison : environ 7 jours

**Boulevard Emir A-Elkader (INORAR) GUERRARA - GHARDAIA**

**Tél./Fax : 029 26 13 34 Mob.: 0662 04 00 56/0554 55 91 27 E-mail: labsud.cq@gmail.com**

## ANNEXES

---

**Annexe (04) :** Valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration : journal officiel de la république algérienne N 36 décret exécutif N 9-209 du 17 Jomada Ethania 1430 (11 juin 2009)

| Paramètres           | Valeur limites générales de rejet dans les eaux superficielle ou souterraines |
|----------------------|---|
| Azote globae         | 150   |
| Aluminium            | 5   |
| Argent               | 0.1   |
| Arsenic              | 0.1   |
| Bérylium             | 0.05  |
| Cadmium              | 0.1   |
| Chlore               | 3   |
| Chrome trivalent     | 2   |
| Chrome hexavalent    | 2   |
| Chromates            | 2   |
| Cuivre               | 1   |
| Cobalt               | 2   |
| Cyanure              | 0.1   |
| DBO <sub>5</sub>     | 500   |
| DCO                  | 1000  |
| Etain                | 0.1   |
| Fer                  | 1   |
| Fluorures            | 10  |
| Hydrocarbures totaux | 10  |
| MES                  | 600   |
| Magnésium            | 300   |
| Mercure              | 0.01  |
| Nickel               | 2   |
| Nitrites             | 0.1   |
| Phosphore total      | 50  |
| Phénol               | 1   |
| Plomb                | 0.5   |

## ANNEXES

|                  |     |
|------------------|-----|
| Sulfures         | 1   |
| Sulfates         | 400 |
| Zinc et composés | 2   |

**Annexe (05) :** Les valeurs limite générales de rejet dans les eaux superficielle ou souterraines :  
arrêté n 2942-13 du 1<sup>er</sup> hijra 1434 (7 octobre 2013)

| Paramaitres                          | Valeur limites générales de rejet dans les<br>eaux superficielle ou souterraines |
|--------------------------------------|--|
| Température (°C)                     | 30   |
| pH                                   | 5.5-8.5  |
| MES                                  | 30   |
| Azote                                | 40   |
| Phosphore total                      | 2  |
| DCO                                  | 120  |
| DBO <sub>5</sub>                     | 40   |
| Chlore actif (mg/l)                  | 1  |
| Dioxyde de chlore (mg/l)             | 0.05   |
| Aluminium (mg/l)                     | 10   |
| Détergents (mg/l)                    | 2  |
| Conductivité électrique (uS/cm)      | 2700   |
| Salmonelles/5000ml                   | Absence  |
| Vibrions cholériques/5000ml          | Absence  |
| Cyanures libres (mg/l)               | 0.1  |
| Sulfates (mg/l)                      | 500  |
| Sulfures libres (mg/l)               | 0.5  |
| Fluorures (mg/l)                     | 3  |
| Indice de Phénols (mg/l)             | 0.5  |
| Hydrocarbures par Infra-rouge (mg/l) | 20   |
| Huiles et graisses (mg/l)            | 20   |
| Antimoine (Sb) (mg/l)                | 0.1  |
| Argent (mg/l)                        | 0.05   |
| Arsenic (mg/l)                       | 0.05   |
| Baryum (mg/l)                        | 0.5  |

## ANNEXES

---

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Cadmium (mg/l)           | 0.2  |
| Cobalt (mg/l)            | 0.1  |
| Cuivre total (mg/l)      | 3    |
| Mercure total (mg/l)     | 0.01 |
| Plomb total (mg/l)       | 1    |
| Chrome total (mg/l)      | 0.5  |
| Chrome hexavalent (mg/l) | 0.1  |
| Etain total (mg/l)       | 2    |
| Manganèse (mg/l)         | 1    |
| Nickel total (mg/l)      | 5    |
| Sélénium (mg/l)          | 0.05 |
| Zinc total (mg/l)        | 5    |
| Fer (mg/l)               | 5    |
| Aox                      | 5    |

## Annexe (06) :

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

Faculté des sciences et de la  
technologie  
Département d'Hydraulique et  
Génie Civil

جامعة غرداية



Université de Ghardaïa

كلية العلوم و التكنولوجيا  
قسم الري والهندسة المدنية

### إذن بطباعة مذكرة ماستر

بعد الاطلاع على التصحيحات المطلوبة على محتوى المذكرة المنجزة من طرف الطلبة التالية أسمائهم:

الطالب (ة): قلاع الدم بثينة

تخصص: ري حضري

نمنح نحن الأساتذة:

| الاسم واللقب | الرتبة والجامعة الأصلية أو المؤسسة | الصفة   | الامضاء |
|--------------|------------------------------------|---------|---------|
| السنة لشهب   | أستاذ مساعد ب جامعة غرداية         | ممتحن 1 |         |
| جعني مريم    | أستاذ مساعد ب جامعة غرداية         | ممتحن 2 |         |
| حفصي راضية   | أستاذ محاضر أ ب جامعة غرداية       | مؤطر    |         |

الإذن بطباعة النسخة النهائية لمذكرة الماستر بعنوان:

**Étude comparative de la composition et de la charge polluante des eaux usées  
résidentielles et des eaux usées des Établissements Publics de Santé de  
Proximité (Ghardaïa).**

امضاء رئيس القسم

رئيس قسم الري  
و الهندسة المدنية  
الاستاذ المساعد الدكتور  
الطيب

## ANNEXES

---

- [1]. RODIER Jean, LEGUBE, Bernard, MERLET, Nicole, et al. L'Analyse de l'eau 9e édition. Entièrement mise à jour, Dunod, Paris, 2009.
- [2]. Centre d'expertise en analyse environnementale du québec, MA. 115 – S.S. 1.2, Détermination des solides en suspension totaux et volatils : méthode gravimétrique, 2015-06-08 (révision 3).
- [3]. système de mesure de DBO manométrique, BA31107/05.96/AS/OxiTop IS-6\_IS12.