

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 البليدة 1

UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : Master Académique

Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale

Option : Ecosystèmes Aquatiques

Thème

***Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées épurée (STEP BENI MERED) pour réutilisation en agriculture***

Présenté par :

Soutenu le 09/07/2025

Melle Daoud Amel

Melle Ammar Seraie Nadjoua

Devant les membres du Jury :

Mr HACHOUR K. MCB/USDB1 President

Mr BOURIACH M. MCB/USDB1 Examinateur

Mme ELMAHDI I. MAA/USDB1 Promotrice

Année universitaire 2024/2025

# **Remerciements**

Avant toute chose, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Dieu Tout-Puissant pour m"avoir donné la force, la patience et la persévérance tout au long de ce parcours.

Je tiens à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Nos sincères remerciements s'adressent tout particulièrement à **Mme ELMAHDI.**, notre promotrice de, pour ses précieux conseils, sa disponibilité constante et son accompagnement éclairé qui ont été essentiels à l'aboutissement de ce projet.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude aux membres du jury « **Mr Bouriach** » & « **Mr Hachour** » pour le temps qu'ils consacreront à l'évaluation de ce mémoire.

Nous exprimons notre profonde gratitude envers toute l'équipe de STEP Beni Mered, en particulier Monsieur **Chadouli**.

Enfin, je ne saurais oublier de remercier ma famille et mes amis pour leur soutien indéfectible, leurs encouragements et leur patience, qui ont été d'un grand réconfort durant cette période.

## Dédicace

Je dédie ce travail à la mémoire de ma chère mère, paix à son âme, qui reste pour moi une source d'inspiration, d'amour et de courage. Son absence physique a laissé un vide immense, mais sa présence spirituelle m'a accompagné à chaque étape de cette aventure. Que Dieu l'accueille dans Son vaste paradis.

Pour tous les sacrifices et le soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.

Je le dédie également à

Mon père **Ramdan**

Mon frère **Abdessamie** et mes sœurs **Wissam** et **Sirin**,

Ma famille et mes amis.

**Nadjoua**

## **Dédicace**

Je dédie ce mémoire à toutes les personnes qui ont cru en moi et m'ont soutenue  
à chaque étape de ce parcours.

À mes chers parents, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices, leurs prières et leur patience. Vous êtes ma plus grande source de motivation. Merci pour votre confiance et votre présence.

À mes frères, Bachir et Badreddine, et à mes sœurs, Soumia et Amira, pour leurs encouragements et leur soutien moral tout au long de cette aventure. Votre présence m'a donné la force d'avancer avec espoir et détermination.

À mon binôme, Nadjoua, que je remercie pour le courage qu'elle m'a transmis et pour tous les moments partagés durant ce parcours.

À tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail, je vous adresse ma sincère reconnaissance.

**Amel**

## Résumé

L'objectif de notre travail est l'évaluation de la qualité physicochimique, bactériologique et l'étude de l'aptitude d'une réutilisation des eaux épurées de la STEP de Beni Mered en agriculture. Les résultats des analyses physicochimiques ont révélé que les eaux traitées présentent des caractéristiques globalement satisfaisantes, un pH neutre avec une moyenne de 7,56. Pour la température, la conductivité électrique et les valeurs moyennes sont respectivement de l'ordre de 20,74 °C, 1107 µs/cm. Pour les matières en suspension, demande biochimique en oxygène après cinq jours et la demande chimique en oxygène, Azote total et phosphore total. Les valeurs sont de 21,28mg/l ; 16,85 mg/l et 86,64 mg/l, 14,89 mg/l, 11,46 mg/l. Cependant, ils constitueront un apport intéressant de fertilisation en nutriments azotés et phosphorés dans le cas d'une réutilisation en agriculture. Les résultats des analyses bactériologiques montrent la présence des coliformes totaux et la présence coliformes fécaux et streptocoques, Cela est probablement dû aux problèmes de l'absence de traitement tertiaire au niveau de station d'épuration.

**Mots clés :** Eaux usées ; Réutilisation en agriculture ; STEP Beni Mered, Analyses physicochimiques, Analyses bactériologiques.

ملخص

هـنـفـ عـهـبـ هـيـ رـقـيـ اـجـدـحـ اـفـصـيـئـخـ-اـنـكـيـئـخـ وـانـجـيـکـسـيـنـجـيـخـ وـدـاسـخـ بـذـيـ قـبـهـيـخـ إـبـعـدـ اـسـرـخـذـاـ لـبـيـنـجـ يـمـطـحـ رـطـهـيـشـ ثـيـ شـادـ فـيـ اـنـجـلـ اـنـسـاعـيـ

أَظْهَرَ زَيْعُونَ زَيْعِنَ الْفَقِيرِيَّةَ أَلْكِيَّشَ أَلْبَيَّنَ الْعَنْجَنَ رَزِيَّضَ تَخْبِصَنَ إِجْبَيَّنَ لَسْضِيَّشَ، حِيثُ سُجَّمَ بِرَزْسَطَ سَجَّخَ

يعزل ثقب 57557 أب بنسج نسج احتساب وانصبيخ انكمسيخ، فف ثهد اقى انرسطخ عه (pH) حضن انزاني 02577 سنج يسخ و0027

پیکشوسیپضُّ/سی

وانطهت انكبييٰ عه الاوكسجي وفب يخص اناد انبعخ، وانطهت انجييكبييٰ عه الاوكسجي خلال خسأ ايو

بیهق/ل؛ 07565؛ 67577؛ 21.28: وانیزشوجی انکهی و انفسفس انکهی، فقد ری رسجیم اتفاقی انزینیخ عه انزبانی

یهغ/ل؛ 07561 و 00577 یهغ/ل

وَرُدْ هَذِهِ الْفُقَرَىٰ يُؤْشِنُ عَمَّا يُكْيِنُ أَرْمَ هَذِهِ الْأَنْفَوْسَ الْغَرَبِيدَ اِنْتِرْشُوْجِيْنَ وَالْفَسْفِسِيْخَ فِي جَلْ بَلْ اِسْرَاخِيْلَهْ فِي اِنْسَاسِعِخ

أيب رَيْج اتز جنِيم انجيڪر سِينجِيج، فف أطْهِيد وجد اقْتَنِيَّد الْكَبِيج، وكرنَك اقْتَنِيَّد الجِسَاصِيج وانْكَسَاد انْعَقِيج، ويُعْضِي رنك عَه الأَسْحَج أَنْ غِيَة انْعَبِيج  
انْلَاثِيَّج في بِحْطَخ انْزَطِيَّش(streptocoques)

الكلمات المفتاحية:

## Abstract

The objective of our work is to evaluate the physicochemical and bacteriological quality and study the feasibility of reusing treated wastewater from the Beni Mered wastewater treatment plant (WWTP) in agriculture. The results of the physicochemical analyses revealed that the treated water generally exhibits satisfactory characteristics, with a neutral pH averaging 7.56. For temperature, electrical conductivity, and average values, they are 20.74°C, 1107 µs/cm, respectively. For suspended solids, biochemical oxygen demand after five days, chemical oxygen demand, total nitrogen, and total phosphorus, the values are 21.28 mg/l, 16.85 mg/l, 86.64 mg/l, 14.89 mg/l, and 11.46 mg/l. However, these values could provide an interesting nutrient input (nitrogen and phosphorus) for fertilization in the case of reuse in agriculture. The results of bacteriological analyses show the presence of total coliforms, fecal coliforms, and streptococci. This is likely due to the absence of tertiary treatment at the treatment plant.

**Keywords:** Wastewater, Reuse in agriculture, Beni Mered WWTP, Physicochemical analyses, Bacteriological analyses.

## Liste des abréviations

**ADN** : Acide désoxyribonucléique

**ARN** : Acide Ribonucléique

**BCPL** : Bouillon Lactose au Pourpre de Bromocésol

**CE** : Conductivité électrique

**CF** : Coliformes fécaux

**CT** : Coliformes totaux

**DBO<sub>5</sub>** : Demande Biochimique en Oxygène pendant cinq jours

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène

**DC** : Double Concentration

**EB** : Eau brute

**EE** : Eau épurée

**EUT** : Eau usée traitée

**E. coli**: Escherichia coli

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne

**K** : Coefficient de biodégradabilité

**MES** : Matières en Suspensions

**NPP** : Nombre le Plus Probable

**NT** : Azote total

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**ONA** : Office National de l'Assainissement

**PT** : Phosphore total

**STEP** : Station d'épuration

**STF** : Streptocoque fécaux

**SC** : Simple Concentration

## Liste des tableaux

<b>Tableau I :</b> Bactéries pathogènes dans les eaux usées.....	10
<b>Tableau II :</b> Normes de rejets dans un milieu récepteur .....	14
<b>Tableau III :</b> Normes de rejets internationales OMS.....	15
<b>Tableau V:</b> La variation de la température de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Beni Mered.....	37
<b>Tableau VI :</b> Variation du pH de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Beni Mered.....	38
<b>Tableau VII :</b> Variation de conductivité électrique de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Beni Mered.....	39
<b>Tableau VIII :</b> Variation de l'oxygène dissous de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Beni Mered.....	40
<b>Tableau IX :</b> Valeurs minimale, maximale et moyenne des matières en suspensions de la station d'épuration de Beni Mered. ....	41
<b>Tableau X :</b> Valeurs minimale, maximale et moyenne de la demande biochimique en oxygène DCO de la station d'épuration de Beni Mered. ....	42
<b>Tableau XI:</b> Valeurs de la demande biochimique en oxygène DBO <sub>5</sub> minimale, maximale et moyenne de la station d'épuration de Beni Mered. ....	43
<b>Tableau XII :</b> Taux de phosphore minimal, maximal et moyen de la station d'épuration de Beni Mered.....	44
<b>Tableau XIII :</b> Valeurs minimale, maximale et moyenne de phosphore de la station d'épuration de Beni Mered.....	45
<b>Tableau XIV :</b> Résultats de la recherche et dénombrement des spores anaérobies sulfito-reducteurs dans les eaux usées traitées de la STEP de Beni Mered. ....	47
<b>Tableau VX :</b> Résultats de la recherche des bactéries pathogènes dans les eaux usées traitées par la STEP Beni Mered. ....	48
<b>Tableau IV :</b> Résultats des analyses physico-chimiques des eaux brutes et traitées de la STEP de Beni Mered.....	61
<b>Tableau XVI :</b> Résultats des analyses de la DCO, DBO <sub>5</sub> , des eaux brutes et traitées de la STEP de Beni Mered. ....	61
<b>Tableau XVII:</b> Résultats des analyses de la NT, PT, des eaux brutes et traitées de la STEP de Beni Mered.....	62
<b>Tableau XVIII :</b> Résultats des analyses bactériologiques de la CT, CF, STF des eaux brutes et traitées de la STEP de Beni Mered.....	62
<b>Tableau XIX :</b> Table de Mac Grady (NPP) dans le cas du système d'ensemencement .....	62
<b>Tableau XX :</b> Normes microbiologique de rejet des eaux épurées.....	64

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Diagramme représenté l’Origines et les sources de la pollution des eaux .....	5
<b>Figure 2 :</b> Dégrilleur grossier .....	12
<b>Figure 3 :</b> Localisation de la STEP de Beni Mered.....	18
<b>Figure 4:</b> Echantillonnage automatique .....	20
<b>Figure 5:</b> Echantillonnage manuel .....	20
<b>Figure 6 :</b> Méthode de filtration de MES .....	23
<b>Figure 7 :</b> DBO-mètre .....	24
<b>Figure 8 :</b> Recherche e dénombrement des coliformes en milieu liquide (test de présomption) .....	27
<b>Figure 9 :</b> Recherche et dénombrement des coliformes en milieu liquide (test de confirmation) .....	29
<b>Figure 10 :</b> Recherche et dénombrement des streptocoques (test de présomption).....	29
<b>Figure 11 :</b> Recherche et dénombrement des streptocoques (test de confirmation) .....	30
<b>Figure 12 :</b> recherche et démembrement des ASR.....	32
<b>Figure 13 :</b> Recherche des salmonelles .....	33
<b>Figure 14 :</b> Variation de température des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered. ....	36
<b>Figure 15 :</b> Variation du potentiel hydrogène des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.....	37
<b>Figure 16 :</b> Variation de conductivité électrique des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.....	38
<b>Figure 17 :</b> Variation de l’oxygène dissous des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered. ....	39
<b>Figure 18 :</b> Variation de la matière en suspension des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.....	40
<b>Figure 19 :</b> Variation de demande chimique en oxygène DCO des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.....	41
<b>Figure 20 :</b> Variation de demande biochimie en oxygène $DBO_5$ des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.....	42
<b>Figure 21 :</b> Variation de phosphate des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.....	43
<b>Figure 22 :</b> Variation de l’azote des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered .....	44
<b>Figure 23 :</b> Résultats bactériologiques des coliformes totaux dans les eaux épurées de la STEP Beni Mered.....	45
<b>Figure 24 :</b> Résultats bactériologiques des coliformes fécaux dans les eaux épurées de la STEP Beni Mered.....	46

<b>Figure 25</b> : Résultats bactériologiques des streptocoques fécaux dans les eaux épurées de la STEP Beni Mered.....	47
<b>Figure 26</b> : Développement de plante de courgette irrigué par les eaux usées traitées.....	50
<b>Figure 27</b> : pH-mètre.....	64
<b>Figure 27</b> : Conductimètre .....	64
<b>Figure 29</b> : kit de mesure de la DCO LCK514 et LCK314.....	65
<b>Figure 30</b> : Test de présomption (Coliformes).....	65
<b>Figure 31</b> : Résultat des tests de présomption (STF) .....	65

## Table des matières

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Partie bibliographie .....</b>	<b>3</b>
<b>I- Eaux usées .....</b>	<b>4</b>
<b>I.1- Origines des eaux usées .....</b>	<b>4</b>
<b>I-1- 1-Eaux usées de ruissellements .....</b>	<b>4</b>
<b>I-1-2- Eaux usées agricole.....</b>	<b>4</b>
<b>I-1-3- Eaux usées industrielles .....</b>	<b>4</b>
<b>I-1-4- Eaux usées domestiques .....</b>	<b>4</b>
<b>I-2- Origines des pollutions .....</b>	<b>5</b>
<b>I-3-Paramètres de pollutions.....</b>	<b>5</b>
<b>I-3-1- Paramètres physiques .....</b>	<b>5</b>
<b>I-3-2- Paramètres chimiques.....</b>	<b>6</b>
<b>I-3-3- Paramètres microbiologiques .....</b>	<b>9</b>
<b>I-4- Procédés d'épuration.....</b>	<b>11</b>
<b>I-4-1- Prétraitement .....</b>	<b>11</b>
<b>I-4-2- Traitement primaire.....</b>	<b>13</b>
<b>I-4-3- Traitement secondaire.....</b>	<b>13</b>
<b>I-5- Normes de rejets .....</b>	<b>14</b>
<b>I-6- Réutilisation des eaux usées traitées en Algérie .....</b>	<b>15</b>
<b>I-6-1- Avantages de la réutilisation des eaux usées épurées .....</b>	<b>15</b>
<b>I-6-2- Risques liés à la réutilisation des eaux usées traitées.....</b>	<b>16</b>
<b>II- Partie Experimentale .....</b>	<b>18</b>
<b>II-1- Présentation de la station d'épuration des eaux usées de Beni Mered.....</b>	<b>18</b>
<b>II-1-1- Objectifs principaux d'une station d'épuration .....</b>	<b>19</b>
<b>II-1-2- Risques liés à la station d'épuration .....</b>	<b>19</b>
<b>II-3- Méthodes.....</b>	<b>20</b>
<b>II-3-1- Echantillonnage.....</b>	<b>20</b>
<b>II -3-2- Mode de prélèvement.....</b>	<b>20</b>
<b>II-3-3- Paramètres physico-chimiques .....</b>	<b>21</b>
<b>II-3-4- Analyses bactériologiques.....</b>	<b>25</b>
<b>III- Résultats et discussion .....</b>	<b>36</b>

<b>III-1- Paramètres physico-chimiques .....</b>	<b>36</b>
<b>III-2- Paramètres bactériologiques.....</b>	<b>45</b>
<b>III-3- Croissance de la courgette irriguée par l'eau de la station de Beni Mered.....</b>	<b>49</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>51</b>
<b>Références.....</b>	<b>54</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>58</b>

# **Introduction**

## Introduction

L'importance de l'eau pour la vie comme composant de l'écosystème mondial n'est plus à démontrer. Cette ressource qui répond aux besoins fondamentaux de l'homme est un facteur du développement pour générer et entretenir la prospérité par le biais de l'agriculture. (**Yazid, 2014**).

Le traitement de ces rejets s'avère indispensable afin de lutter contre leurs effets nocifs. Différentes techniques de traitement sont utilisées qu'elles soient biologiques (lagunage naturel ou aéré, boues activées ou lits bactériens), physicochimiques (la coagulation-flocculation, la précipitation ou l'oxydation) ou membranaires (l'osmose inverse, la nanofiltration ou l'électrodialyse). (**Ounoki et Achour, 2014**)

Le contexte climatique augmentant la tension sur la ressource en eau, l'urbanisation croissante et l'agriculture irriguée en plein essor ont conduit à la mise en œuvre des programmes de réalisation d'ouvrages destinés à la réutilisation des eaux usées épurées. (**Hartani, (2004)**).

La gestion intégrée des eaux usées épurées est la meilleure approche pour la mise en valeur et la gestion efficace et durable des ressources hydriques, pour faire face à la demande croissante de la population en Algérie. (**Bouchaala et al., 2017**).

De nombreuses communes de Blida sont actuellement confrontées à la détérioration de leur environnement, notamment la pollution des oueds, où sont déversées les eaux usées dont cette wilaya compte plus de 1,2 million d'habitants, en sus d'un grand nombre de zones industrielles, ne dispose d'aucune station d'épuration de ses eaux usées suite à l'arrêt d'activité de son unique station, celle de Beni Mered en raison de l'état de dégradation avancée atteint par cette structure. Par ailleurs, il a été signalé des efforts en cours en vue de la réhabilitation et de l'extension de la capacité de traitement de la STEP de Beni Mered. Cette STEP permettra le traitement des eaux usées de près de 500 000 habitants du Grand Blida, Ouled Yaïch, Beni Mered, Bouarfa et Blida. (**Maazouz, 2022**).

Dans la Wilaya de Blida, objet de notre étude, les eaux souterraines ont toujours été une source incontournable d'approvisionnement en eau potable. Vue cette importance majeure, le présent travail s'intéresse à l'étude et à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau usées de la STEP Beni Mered.

Notre travail est basé sur trois chapitres :

Le premier chapitre consacré sur une généralités sur l'eau usées et leurs caractéristiques selon l'OMS et les normes Algériennes de la pollution, la réutilisation des eaux usées en agriculture.

Le second chapitre, récapitule la présentation de la zone d'étude les méthodes des analyses physicochimiques et bactériologiques effectuées.

Le dernier chapitre inclut les résultats obtenus et leurs discussions.

Et nous terminons notre étude par une conclusion générale où sont récapitulés les résultats.

# **Partie bibliographie**

## I- Eaux usées

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent, sont des eaux chargées des résidus de matière organique ou minérale, solubles ou non, provenant de l'activité humaine, industrielle et agricole. (**Achour et al., 2023**).

Ce sont les eaux évacuées résultant de toutes les activités humaines journalières. Elle représente une fraction du volume des ressources en eaux utilisables, mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel (**Taradat, 1992**).

La plupart des eaux usées sont pathogènes, elles peuvent être à l'origine de graves problèmes de santé publique. On peut distinguer selon leurs origines.

Les substances dangereuses indésirables et toxiques, un peu biodégradables dans le milieu aquatique tel que les hydrocarbures, les microorganismes apportés par les matières fécales (**Benslimane, 2001**).

### I.1- Origines des eaux usées

Les eaux usées ont quatre origines majeures :

#### I-1- 1-Eaux usées de ruissellements

Les eaux pluviales, aussi appelées eaux de ruissellement, sont constituées des eaux de surfaces imperméables. Elles proviennent des eaux de pluies des toitures, des eaux de lavage de voiries et parkings, des eaux de drainages qui ne s'infiltrent pas dans la partie superficielle du sol (**Fidelle, 2020**).

#### I-1-2- Eaux usées agricole

Les eaux usées agricoles : Elles résultent du lessivage des sols cultivés et fertilisés avec des engrains et des pesticides. L'usage intensif de ces substances est la cause de la présence de nitrates et d'éléments métalliques (Zn, Cu, Pb,...). (**Benkadour, 2018**).

#### I-1-3- Eaux usées industrielles

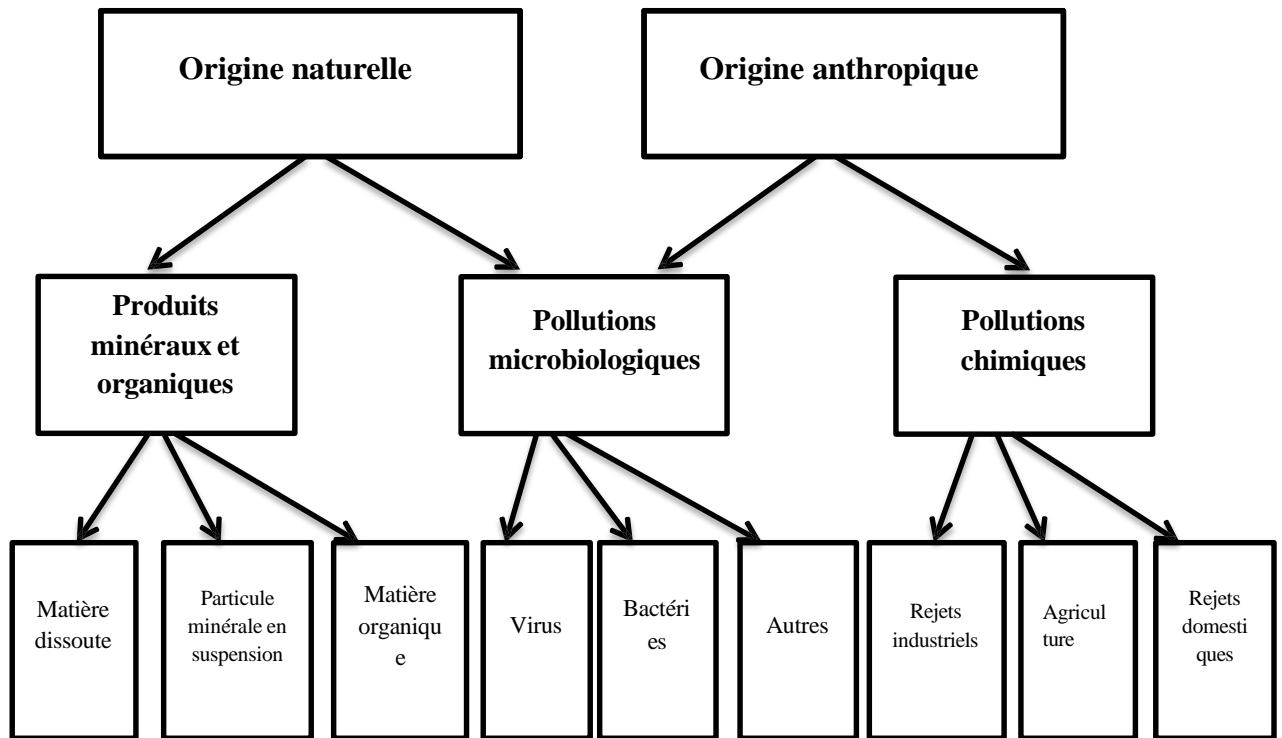
Les eaux industrielles sont classées dans les rejets d'eau issus d'une activité différente de la vie domestique, et en effet, ces eaux ont des caractéristiques qui changent en fonction de l'approche industrielle. L'eau polluée peut avoir, à part phosphore et azote, des passerelles. Il faut aussi considérer sa pollution par des substances telles que : les hydrocarbures le pétrole, l'essence, le fuel et le mazout, des produits chimiques de toutes sortes et des pesticides, des produits phytosanitaires, des matériaux radioactifs, ainsi que de l'eau et le refroidissement de chaudières et centrales nucléaires (**Fidelle, 2020**).

#### I-1-4- Eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement des excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de

détergents de graisses appelées eaux grises et de toilettes chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires (**Metahri, 2012**).

## I-2- Origines des pollutions



**Figure 1.** Diagramme représenté l’”Origines et les sources de la pollution des eaux (**Gérard, 2003**)

## I-3-Paramètres de pollutions

### I-3-1- Paramètres physiques

#### ✓ Température

Une variation importante de la température peut affecter les diverses réactions biochimiques à l’intérieur de la cellule. Ces effets peuvent affecter les vitesses et les capacités d’acquisition des nutriments. De la même façon, la température peut modifier la composition chimique intracellulaire en modifiant la nature des composés présents dans le milieu. La température affecte également la croissance algale. Le taux de croissance augmente avec la température, jusqu’à l’atteinte de la température optimum de croissance. Par la suite, l’effet s’inverse et la croissance peut alors être ralenti par une température trop élevée. Il a été démontré avec Chlorella que le métabolisme cellulaire est ralenti à de faibles températures, mais que la quantité de lumière reçue est la même. La cellule reçoit donc plus d’énergie qu’elle ne peut en transformer (**Huner et al, 1998**). Les modifications du métabolisme sont alors semblables à celles utilisées pour contrer la photoinhibition. (**Boileau, 2015**).

#### ✓ Turbidité

L'indice de turbidité d'un liquide est une évaluation générale qui considère l'ensemble des substances, qu'elles soient colloïdales ou insolubles, d'origine organique ou minérale. Des particules suspendues, On retrouve naturellement dans l'eau des éléments tels que le limon, l'argile, les particules fines organiques et inorganiques, le plancton ainsi que d'autres microorganismes. (**Ruban et al, 2008**).

#### ✓ Matière en suspension

Les matières en suspension sont composées d'inclusions particulières organiques et inorganiques qui se trouvent dans les effluents. Ces substances ont des comportements absolument nocifs sur les éléments physico-chimiques de l'eau, (augmentation de la turbidité, diminution de la transparence et donc la photosynthèse effectuée). (**Rassam et al., 2012**).

La concentration matière en suspension (MES) se mesure par le filtrage de 100 ml d'eau usée à l'aide d'un filtre en cellulose. Les membranes filtrantes et leurs supports sont séparément et soigneusement séchés dans une étuve à 105°C pour 24 heures. La différence de la masse avant et après le séchage donne la concentration en MES en mg/L. (**Rassam et al, 2012**).

### I-3-2-Paramètres chimiques

#### ✓ Potentiel Hydrogène (pH)

Cet aspect influence une multitude de balances physico-chimiques et est soumis à divers facteurs. Il évalue la densité des ions H<sup>+</sup> présents dans l'eau. Il synthétise la constance de l'équilibre instauré entre les diverses formes de l'acide carbonique, et est associé au mécanisme tampon conçu par les carbonates et les bicarbonates. La fluctuation du pH, causée par divers rejets industriels ou l'apport d'eau de ruissellement, indique le niveau de pollution (**Chaouay et al, 2016**). Les standards de pH compris entre 6,5 et 9,5 sont reconnus par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (**Dimon et al., 2014**).

#### ✓ Oxygène dissous

La vie foisonnante dans ces milieux aquatiques est essentielle. Cela permet en plus à l'eau de se nettoyer toute seule, c'est-à-dire que l'eau et le sol s'auto-épurent avec l'usage de microorganismes. Elle montre à quel point il est vital qu'il existe abondance d'oxygène pour respirer dans les eaux afin d'identifier la pollution organique. Effectivement, les bactéries rafraîchissantes de l'équilibre aérobiose consomment l'oxygène pour la présence d'organismes vivants comme poissons et de matières dans les milieux aquatiques. (**Dimon et al., 2014**).

#### ✓ **Conductivité électrique**

La conductivité est la caractéristique d'une eau qui facilite la circulation d'un courant électrique. Elle offre une indication précise concernant la concentration en sels dissous (salinité de l'eau). L'expression de la conductivité se fait en microSiemens par centimètre, et elle représente l'inverse de la Résistivité exprimée en ohm/cm. L'évaluation de la minéralisation générale de l'eau peut être effectuée par la mesure de sa conductivité (**Rejsek, 2002**). Cette mesure est importante puisqu'au-delà de la limite de salinité associée à une conductivité de 2500 µS/cm, la multiplication des microorganismes peut diminuer, entraînant une réduction de l'efficacité épuratoire. (**Metahri, 2012**).

#### ✓ **Demande chimique en oxygène (DCO)**

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) indique la quantité d'oxygène requise pour décomposer l'ensemble des matières organiques, qu'elles soient biodégradables ou non, présentes dans les eaux par le biais du bichromate de potassium à une température de 150°C. Elle est formulée en mg O<sub>2</sub> /l. Le rapport DCO/DBO représente le coefficient de biodégradabilité d'un effluent. Généralement la valeur de la DCO est :

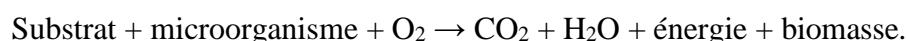
DCO = 1.5 à 2 fois DBO Pour les eaux usées urbaines ;

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

DCO > 2.5 fois DBO Pour les eaux usées industrielles. (**Metahri, 2012**).

#### ✓ **Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

La DBO<sub>5</sub> est définie comme le volume d'oxygène utilisé par des bactéries à une température de 20°C, dans l'obscurité et sur une période de 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé. Ce délai garantit l'oxydation biologique d'une portion de matière organique carbonée. Ce paramètre évalue la quantité d'oxygène requise pour décomposer les substances organiques par le processus d'oxydation aérobie. On évalue cela en se basant sur la quantité d'oxygène utilisée après 5 jours, c'est ce qu'on appelle la DBO<sub>5</sub>. Elle se condense à la réaction chimique ci-après : (**Metahri, 2012**).



#### ✓ **Biodégradabilité**

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que, K=DCO /DBO<sub>5</sub> :

Si k < 1,5 : cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables ;

Si  $1,5 < K < 2,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.

Si  $2,5 < K < 3$  : les matières oxydables sont peu biodégradables.

Si  $K > 3$  : les matières oxydables sont non biodégradables. (**Metahri, 2012**).

#### ✓ **Phosphore**

Le phosphore, qui est un nutriment essentiel, peut exister sous diverses formes oxydées. C'est un composant fondamental des acides nucléiques, l'ADN et l'ARN. Il joue un rôle clé dans la diffusion de l'énergie à travers le corps humain (**Claude et al, 1998**), et constitue un composant biogène essentiel pour la croissance des algues. Des concentrations élevées de cet élément dans les eaux de surface peuvent provoquer leur eutrophisation. Toutefois, ils ont un impact positif en assumant un rôle de régulation : ils facilitent tous les processus de pollinisation, la fructification et la maturation des organes végétaux (**Vilain, 1989 ; Makhoukh et al, 2011**).

#### ✓ **Azote**

Dans les eaux usées, on trouve l'azote sous diverses formes chimiques comme suit : ion ammonium  $N-NH_4^+$ , ion nitrite  $N-NO_2^-$  et ion nitrate  $N-NO_3^-$ .

Azote global = Azote Kjeldahl + Nitrites + Nitrates.

L'azote hydrolysable et l'azote ammoniacal constituent l'azote Kjeldahl NTK qui est la somme de  $N_{org.} + N-NH_4^+$ . Dans l'azote organique ( $N_{org.}$ ) sont inclus ceux des amines, des amides, de l'urée, de l'acide uréique etc. (**Metahri, 2012**).

#### ✓ **Nitrites ( $NO_2^-$ )**

Les ions nitrite ( $NO_2^-$ ) sont le produit soit de l'oxydation de l'ion ammonium ( $NH_4^+$ ) dans les conditions d'aérobiose par les nitrosomonas, soit de la réduction des ions nitrate ( $NO_3^-$ ) en anoxie par les bactéries hétérotrophes. (**Metahri, 2012**).



#### ✓ **Nitrates ( $NO_3^-$ )**

Les nitrates constituent le produit final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau par l'action des nitrobacters en transformant les nitrites en nitrates selon la réaction suivante : (**Metahri, 2012**).



### I-3-3-Paramètres microbiologiques

#### ✓ Virus

Il s'agit de microorganismes pathogènes d'une très petite dimension (10 à 350 nanomètres) qui se multiplient en contaminant un hôte. Les virus ne se trouvent pas naturellement dans l'intestin par opposition aux bactéries. Ils se trouvent soit délibérément (par exemple, suite à une vaccination contre la poliomyélite), soit chez une personne qui a été infectée par accident. Dans la plupart des cas, l'infection survient par ingest Cependant, pour le Coronavirus, elle peut également se produire par inhalation. (**Baumont et al**

, 2004).

#### ✓ Bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples dépourvus de noyau. Ils mesurent entre 0,1 et 10  $\mu\text{m}$ . Le nombre moyen de bactéries présentes dans les excréments est approximativement de  $10^{12}$  bactéries par gramme (**Asano, 1998**). La plupart de ces bactéries ne provoquent pas de maladies. Toutefois, dans un hôte contaminé, le nombre de bactéries nuisibles peut être considérable. Les bactéries entériques sont adaptées à vivre dans l'intestin, c'est-à-dire dans un environnement riche en matière carbonée et en nutriments, et où la température est assez élevée (37°C). Ainsi, leur durée de vie en milieu extérieur, où les conditions diffèrent totalement, est restreinte. De plus, les bactéries pathogènes seront en concurrence avec les bactéries autochtones, ce qui freinera leur prolifération. En moyenne, les eaux usées renferment entre  $10^7$  et  $10^8$  bactéries par litre. La densité bactérienne La présence de pathogènes est approximativement de l'ordre de ( $10^4$  /l). Après une décharge urbaine, la quantité de micro-organismes peut être multipliée par 1000 dans les eaux des rivières. (**Baumont et al., 2004**).

**Tableau I : Bactéries pathogènes dans les eaux usées.**

Agents pathogènes	Symptômes, maladies	Nombre pour un litre d'eau usée	Voies de contamination
Salmonella	<b>Typhoïde, paratyphoïde, salmonellose</b>	<b>23 à 80 000</b>	Ingestion
Shigella	<b>Dysenterie bacillaire</b>	<b>10 à 10 000</b>	Ingestion
E.coli	<b>Gastro-interite</b>		Ingestion
Yersinia	<b>Gastro-interite</b>		Ingestion
Vibrio	<b>Cholera</b>	<b>100 à 100 000</b>	Ingestion
Legionelle	<b>Legionellose</b>		Inhalation
Mycobacterium	<b>Tuberculose</b>		Inhalation

(Baumont et al., 2004)

### ✓ Protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires dotés d'un noyau, plus complexe et plus grand que les bactéries. La majorité des protozoaires pathogènes sont des parasites. Autrement dit, ils croissent au détriment de leur hôte. Certains protozoaires s'adaptent au cours de leur cycle de vie, une structure résistante appelée kyste. Cette structure est capable de résister habituellement aux méthodes de traitement des eaux usées. On est capable de mentionner notamment *Entamoeba histolytica*, qui provoque la dysenterie amibienne *Giardia intestinalis*. (Baumont et al., 2004).

### ✓ Helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Comme les protozoaires, ils sont surtout des organismes parasites. Les œufs d'helminthes possèdent une grande résistance et peuvent survivre sur le sol ou les plantes pendant plusieurs semaines, voire des mois. Formées. Dans les eaux usées, la concentration en œufs d'helminthes varie généralement de 10 à 103 œufs par litre. (Baumont et al., 2004).

✓ **Coliformes totaux**

Les coliformes totaux englobent toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives gram négatives, non sporulées, cytochrome oxydase négative, en forme de bâtonnets qui fermentent le lactose avec production de gaz moins de 48 heures à 35 °C. (**Desjardins, 1997**).

✓ **Coliformes fécaux**

C'est un sous-groupe des coliformes totaux qui inclut toutes les espèces bactériennes et appartient à la famille des Entérobactéries. Ces dernières sont aérobies ou anaérobies facultatifs, à Gram négatif, sans sporulation, en forme de bâtonnet et génèrent des colonies bleues sur une gélose contenant du lactose en moins de 24 heures à 44,5°C (**Hadjji et al, 2020**).

✓ **Streptocoques fécaux**

Les streptocoques fécaux constituent une sous-catégorie des streptocoques, principalement d'origine humaine. Néanmoins, on peut également retrouver certaines bactéries de ce groupe dans les excréments d'animaux ou sur les plantes. Cependant, ils sont toujours perçus comme des marqueurs de pollution fécale et leur principal attrait est leur capacité à résister à la sécheresse. Ainsi, ils fournissent une information additionnelle concernant une pollution. La détection de streptocoques fécaux fournira une confirmation significative de la nature fécale de la pollution. (**OMS 2004**).

✓ **Clostridium**

Ce groupe comprend des micro-organismes anaérobies sporigènes, dont le représentant le plus distinctif, *Clostridium perfringens* (*C. welchii*), se trouve généralement dans les excréments, mais en quantité nettement inférieure à celle d'*E. coli*. Cependant, leur présence dans l'environnement n'est pas uniquement due à une origine fécale et peut être attribuée à d'autres facteurs. Les spores de clostridia peuvent persister dans l'eau pendant une période beaucoup plus longue que les coliformes et elles sont résistants à la désinfection. Leur présence dans les eaux traitées peut donc signaler que le processus de désinfection est défectueux (**OMS, 2004**).

## I-4- Procédés d'épuration

### I-4-1- Prétraitement

Vise à retirer de l'eau usée les matières qui peuvent nuire à la qualité du traitement aval ou à la pérennité des ouvrages et passe par trois étapes.

✓ **Dégrillage**

Un dégrilleur retient les objets de taille et de volume excessif qui pourraient endommager les pompes ou entraver le passage dans les tuyaux. Les dégrilleurs contemporains sont équipés de râteaux pour l'évacuation des objets avec des Systèmes automatiques de conditionnement des refus de dégrillage. Les rejets de dégrillage sont transférés soit vers des centres d'enfouissement technique, soit vers des sites d'incinération. (Renou, 2006).



**Figure 2 : Dégrilleur grossier (Photo originale)**

#### ✓ **Déshuileage**

Les graisses, les huiles et autres substances flottantes : elles sont collectées dans un dégraisseur, une installation où, grâce à la diffusion de petites bulles d'air, les huiles et les graisses sont amenées à la surface pour être raclées. Les graisses entravent les processus biologiques en restreignant la propagation de l'oxygène dans l'eau et en entravant la sédimentation des boues. Grâce à leurs caractéristiques chimiques, elles peuvent aussi être à l'origine d'odeurs désagréables et de l'obstruction des tuyaux. Elles réduisent également l'efficacité de la déshydratation des boues. En définitive, les substances lipidiques stimulent la croissance des bactéries filamenteuses, qui sont à l'origine de perturbations majeures dans les stations. (Renou, 2006).

#### ✓ **Dessablage**

La décantation des sables et des matières facilement séparables : un dessableur récupère les sables par décantation, préservant ainsi les structures en aval d'un ensablement et

évitant une usure prématuée des pompes. Cependant, des systèmes contemporains offrent la possibilité de les recycler par lavage et classification. (**Renou, 2006**).

#### **I-4-2-Traitemennt primaire**

La première phase du traitement consiste en une procédure de décantation. Cette étape permet d'éliminer une partie des substances en suspension, jusqu'à 60%, et de la matière organique, environ un tiers de la DBO<sub>5</sub> qui arrive. Cette contamination produit ce qu'on appelle les boues primaires, qui sont très organiques et fermentescibles, et qui sont ensuite dirigées vers le processus de traitement des boues. Le traitement primaire diminue la pollution à l'entrée du traitement secondaire, cependant il produit une quantité significative de boues. Cette phase ne permet pas de respecter les limites d'émission réglementaires. La fosse Imhof, particulièrement appropriée pour les petites stations d'épuration des eaux usées, est une méthode qui combine la décantation primaire, la digestion et l'entreposage des boues. (**Renou, 2006**)

#### **I-4-3-Traitemennt secondaire**

L'objectif de ce traitement biologique est l'élimination des polluants carbonés, azotés et phosphorés présents dans les eaux usées. Le traitement biologique exploite le pouvoir auto-purificateur des microorganismes naturellement présents dans ces eaux, dont l'activité est optimisée lorsqu'elle est réalisée dans des conditions idéales, généralement en présence d'air ou d'oxygène apporté par des rampes situées au fond du bassin. La prolifération de la faune et de la flore entraîne la formation de flocs plus ou moins denses qui seront éliminés par une simple décantation (**Ramdani, 2005**).

##### **✓ Décantation secondaire**

La décantation facilite la récupération des amas de bactéries sous forme de boues, ces dernières étant plus denses que l'eau, elles se déposent au fond du bassin où on les racle. Un clarificateur sert à la séparation par décantation de l'eau épurée déversée. Alors que certaines boues sont dirigées vers le traitement des boues, l'autre partie est recyclée afin de conserver une masse biologique adéquate pour le processus d'épuration (**ONA, 2015**).

##### **✓ Traitement des boues**

Le traitement d'un mètre cube d'eaux usées produit de 350 à 400 grammes de boues. Ces boues, généralement très liquides, contiennent une forte proportion de matières organiques. Elles sont donc très fermentescibles et susceptibles de causer des nuisances. Le traitement a pour but de les conditionner en fonction des filières d'élimination :

- réduction de leur volume par épaississement, déshydratation, séchage thermique ou incinération,
- diminution de leur pouvoir de fermentation par stabilisation biologique, chimique ou thermique (rajout de chaux par exemple).

Un traitement chimique des odeurs est souvent associé à ce traitement. (**Henri et al, 2004**)

## I-5- Normes de rejets

### ✓ Normes algériennes

**Tableau II :** Normes de rejets dans un milieu récepteur.

Paramètre	Unité	Concentration maximal admissible
Température	°C	<30
Ph	-	6,5 à 8,5
MES	mg/l	35
CE	µS/cm	3
DBO5	mg/l	35
DCO	mg/l	120
Azote (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	30
Phosphate	mg/l	0,2
Métaux lourds	mg/l	3
Fer	mg/l	0,5
Zinc	mg/l	3
Manganèse	mg/l	1
Chrome	mg/l	0,5

**(Journal Officiel de la République Algérienne, 2006)**

Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006, section 1, article 3.

### ✓ Normes internationales de l'OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), reconnue comme l'autorité suprême en matière de santé, a formulé des recommandations à l'échelle mondiale en 1989. Les standards

internationaux pour les eaux usées, selon l'Organisation Mondiale de la Santé, sont illustrés. Dans le tableau de données

**Tableau III : Normes de rejets internationales OMS**

Paramètres	Unité	Normes (OMS)
pH	-	6,5-8,5
DBO <sub>5</sub>	mg/l	<30
DCO	mg/l	<90
MES	mg/l	<20
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	<0,5
NO <sub>2</sub>	mg/l	1
NO <sub>3</sub>	mg/l	<1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/l	<2
Température	mg/l	<30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Inodore

(Normes de rejets internationales OMS, 1989)

## I-6- Réutilisation des eaux usées traitées en Algérie

Un vaste programme consiste à réutiliser les eaux usées épurées en aménageant des périmètres à l'aval de chaque station d'épuration et lagune. Le potentiel de cette ressource est estimé à 750 millions de m<sup>3</sup> et atteindra le volume de 1,5 milliard de m<sup>3</sup> à l'horizon 2020. Le nombre de STEP en cours d'étude et de réalisation est de 12 pour l'irrigation de plus de 8 000 hectares de terres agricoles. Le potentiel de la réutilisation des EUT à des fins agricoles évolue d'une manière significative et le nombre de stations concernées sera de 25 STEP à l'horizon 2014. (**Yazid, 2014**).

### I-6-1- Avantages de la réutilisation des eaux usées épurées

Le recyclage des eaux usées traitées offre des volumes supplémentaires d'eau et contribue à maintenir l'équilibre du cycle naturel de l'eau tout en apportant une protection de l'environnement. Elle constitue, en outre, une alternative aux rejets dans les milieux récepteurs qui peuvent présenter des capacités d'absorption limitées. Par ailleurs, le contenu de ces eaux en fertilisant, notamment l'azote, le potassium et le phosphore, incite les agriculteurs à les utiliser. L'utilisation des eaux usées traitées peut également prévenir

l'eutrophisation et éviter la croissance des algues dans les étendues d'eau fermées, telles que les lacs et les étangs (**Yazid, 2014**).

#### **I-6-2- Risques liés à la réutilisation des eaux usées traitées**

Cette ressource qui constitue une valeur hydrique et un potentiel de matières fertilisantes important peut également être une source de pollution. Son contenu en éléments traces et en microorganismes pathogènes et sa teneur élevée en azote peuvent présenter un risque pour l'environnement. Une connaissance scientifique des effets directs et indirects des traitements et des suivis épidémiologiques est indispensable (**Yazid, 2014**).

# **PARTIE EXPERIMENTALE**

## **II- Matériel et méthodes**

Notre travail a été effectué à la station d'épuration des eaux usées de Beni Mered de la wilaya de Blida du 16 mars jusqu'au 29 mai de l'année 2025.

Les analyses physicochimiques ont été effectuées au sein du laboratoire de la station d'épuration de Beni Mered.

Les analyses microbiologiques ont été réalisées au niveau du laboratoire d'hygiène de la wilaya de Blida.

### **II-1-Présentation de la station d'épuration des eaux usées de Beni Mered**

La station d'épuration des eaux usées (STEP) de Beni Mered est destinée à traiter les eaux usées issus de l'espace urbain Blida (Beni Mered), ainsi que celles des industries liées à cette région. Elle est située sur un terrain d'environ 6Hectares, localisés à l'est de la RN1, non loin d'Ouedde Béni Azza, qui parcourt les zones de Blida, Ouled Aiche et Beni Mered sur une étendue approximative de 30 km. Elle se situe aussi à proximité de différents cours d'eau comme l'Oued Lekhel, l'Oued Ftiss, l'Oued El Harrach, l'Oued Bouroumi, parmi d'autres. La station est positionnée approximativement à 5 km au nord-est de Blida, environ 40 km vers le sud-ouest d'Alger et près de 30 km au nord-est de Médéa, Depuis les années 1980 du XXe siècle.



**Figure 3 :** Localisation de la STEP de Beni Mered. (**Source : Google Earth, 2025**).

### **II-1-1- Objectifs principaux d'une station d'épuration**

- ✓ Protection de la nappe phréatique contre la pollution.
- ✓ Eviter aux agriculteurs l'irrigation des terres agricoles avec les eaux usées.
- ✓ Minimiser le risque des maladies à transmission hydrique.
- ✓ Réutilisation des eaux épurées dans le domaine de l'irrigation.
- ✓ Économie importante de l'eau.
- ✓ Eviter la surexploitation des nappes souterraines (**ONA, 2015**).

### **II-1-2- Risques liés à la station d'épuration**

- ✓ Risques de chutes, de glissades, liées à la circulation du personnel aux abords immédiats des équipements et matériels.
- ✓ Le personnel exploitant peut-être contaminé par voie digestive (essentiellement en portant les mains ou les objets souillés à la bouche), par la peau tout au long du processus de traitement de l'eau.
- ✓ Le risque de contamination par voie respiratoire existe à proximité des procédés (dégrillage,).
- ✓ Les risques d'incendie et d'explosion liés à la présence de gaz de fermentation ou de résidus de produits inflammables, nécessaires à l'exploitation ou introduits accidentellement par les eaux résiduaires.
- ✓ Les risques d'asphyxie liés aux espaces confinés, aux fosses. (**Henri et al, 2004**)

La majeure partie des STEP abordées dans les statistiques sont celles qui fonctionnent à boues activées et ce pour diverses raisons :

Presque la totalité des réseaux d'assainissement en Algérie sont unitaires d'où ses STEP en question recueillent de grandes quantités d'effluents ; Les qualités des effluents réceptionné par la STEP sont souvent très variables et de nature organique ; Ce procédé donne hypothétiquement des rendements d'élimination assez spectaculaires par rapports à d'autres (**ONA, 2015**).

## **II-2- Matériel et méthodes**

- **Matériel biologique**
  - ✓ Eau usée brute.
  - ✓ Eau épurée
- **Matériel non biologique**

Le matériel non biologique : appareillage, réactifs, solutions et milieux de culture. (**Voir annexe 01**).

## II-3- Méthodes

### II-3-1- Echantillonnage

L'échantillonnage d'eau dans une station d'épuration (STEP) est le processus méthodique de prélèvement de petites quantités d'eau à des points spécifiques et à des moments déterminés du cycle de traitement. L'objectif est d'obtenir des échantillons représentatifs de la qualité de l'eau à différentes étapes, depuis l'entrée (eau brute) jusqu'à la sortie (eau traitée rejetée), en vue d'analyses physico-chimiques et microbiologiques en laboratoire. (**Rodier et al., 2009**)

Deux méthodes d'échantillonnage sont utilisées par la station :

- Échantillonnage automatisé : utilisé pour le prélèvement d'eau brute.
- Échantillonnage manuel : utilisé pour le prélèvement de l'eau épurée.



**Figure 4:** Echantillonnage automatique  
(Photo originale)



**Figure 5:** Echantillonnage manuel  
(Photo originale)

### II -3-2- Mode de prélèvement

Deux points de prélèvement ont été choisis à savoir :

- Un prélèvement d'eau brute à l'entrée de la station.
- Un prélèvement d'eau épurée sortant du clarificateur.

Ces deux points ont fait l'objet :

- ✓ Analyses physico-chimiques au niveau du laboratoire de la station d'épuration de Béni Mered. Le prélèvement se fait dans des flacons en polyéthylène de 1 litre.
- ✓ Analyses bactériologiques au niveau du laboratoire de prévention le laboratoire d'hygiène de Blida. Le prélèvement se fait dans des flacons en verre stériles de 052 ml.

- ✓ L'ensemble de ces prélèvements ont été transportés directement dans une glacière dont la température doit être comprise entre 4 à 9°C. L'analyse bactériologique doit être effectuée le plus rapidement possible, dans un délai ne dépassant pas huit heures.

### **II-3-3- Paramètres physico-chimiques**

#### **II-3-3-1- Détermination de la température**

La mesure de la température a été effectuée par l'utilisation d'une sonde thermométrique Pocket pro (Hach) trempée soigneusement dans la prise d'essai. La lecture est faite après stabilisation du thermomètre.

#### **II-3-3-2- Détermination du Potentiel d'Hydrogène**

Le but de la mesure est de déterminer l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau à l'aide d'un pH mètre.

##### **Mode opératoire**

- ✓ Allumer le pH-mètre.
- ✓ Vérifier l'étalonnage de l'appareil au moyen de solutions tampon commerciales prêtées à l'emploi et de pH connus : pH= 4 ; pH= 7 et pH =10
- ✓ Plonger l'électrode dans la solution à analyser (eau brute ou épurée) de 250 ml. - Mettre en service le pH-mètre suivant la procédure du constructeur.
- ✓ Lire le résultat affiché directement sur l'écran du pH-mètre.
- ✓ Rincer l'électrode après chaque usage et conserver l'électrode dans l'eau distillée.

La détermination du pH a été réalisé à l'aide d'un pH mètre.

#### **II-3-3-3- Mesure de la conductivité électrique**

La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre. Unité de conductivité est micro Siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

##### **Mode opératoire**

- ✓ Allumer le Conductimètre ;
- ✓ Plonger l'électrode dans l'échantillon ;
- ✓ Attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture.

#### **II-3-3-4- Détermination de l'oxygène dissous**

L'oxygène dissous et la température de l'eau sont mesurés par un oxymètre portatif, les résultats sont exprimés en mg d'oxygène par litre (mg/l).

##### **Mode opératoire**

Il consiste à mesurer la quantité d'oxygène dissous présente dans l'échantillon d'eau à analyser. Le protocole est le suivant :

- ✓ Ouvrir le flacon contenant l'eau à analyser en prenant soin de ne pas l'agiter afin d'éviter une éventuelle aération de l'échantillon.
- ✓ Mettre la sonde de l'oxymètre HQ 422d dans le flacon.
- ✓ Appuyer sur Mesure et attendre le bip sonore indiquant la fin de la mesure.

Lire le résultat sur l'écran de l'oxymètre

### **II-3-3-5- Détermination de la matière en suspension (MES)**

La détermination du taux des matières en suspension a été effectuée par une méthode de filtration, les résultats sont exprimés en mg d'oxygène par litre (mg/l).

#### **Mode opératoire**

- ✓ Pesez un papier filtre sec et notez son poids initial ( $M_0$ ) ;
- ✓ Placez l'entonnoir sur un bêcher, puis insérez le papier filtre dans l'entonnoir ;
- ✓ Faites passer un litre d'eau à analyser à travers le filtre ;
- ✓ Après filtration, transférez délicatement le papier filtre dans une coupelle en aluminium. Séchez l'ensemble dans une étuve à 105° C pendant deux heures ;
- ✓ Refroidissez le filtre séché dans un dessiccateur pour éliminer toute humidité résiduelle, puis pesez-le à nouveau. Notez ce poids final ( $M_1$ ) ;

#### **Calcul et expression des résultats**

La teneur en MES est calculée d'après l'expression suivante :

$$P = 1000 * (M_1 - M_0) / V$$

Où :

P : Teneur en matières en suspension en milligrammes par litre.

V : Volume de l'échantillon en millilitre.

$M_1$  : La masse du filtre après filtration en milligrammes.

$M_0$  : La masse du filtre avant filtration en milligrammes.



### **Figure 6 : Méthode de filtration de MES (Photo originale).**

#### **II-3-3-6- Détermination de la demande Chimique en Oxygène DCO**

La mesure de la DCO s'effectue grâce à l'analyse spectrophotométrie, en utilisant un spectrophotomètre et un kit de test spécifique LCK 514.

##### **Mode opératoire**

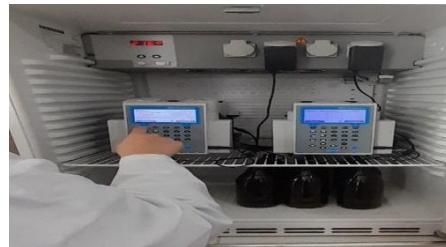
- ✓ Agiter le contenu de kit pour obtenir une solution homogène ;
- ✓ Pipette soigneusement 2 ml d'échantillon (eaux brutes, eaux épurées) ;
- ✓ Fermer la cuve ;
- ✓ Mélanger le contenu de kit encore une fois ;
- ✓ Chauffer dans le thermostat pendant 2h à 148;
- ✓ Faire sortir la cuve chaude et la mélanger 2 à 3 fois ;
- ✓ Laisser la cuve refroidir à température ambiante ;
- ✓ Bien nettoyer l'extérieur de la cuve ;
- ✓ Insérer la cuve dans le compartiment pour cuves de spectrophotomètre et mesurer.

#### **II-3-3-7- Détermination de la demande Biologique en Oxygène DBO<sub>5</sub>**

La demande Biologique en Oxygène DBO<sub>5</sub> est mesurée au bout de cinq jours par le DBO-mètre HACH LANGE BOD Direct Plus.

##### **Mode opératoire**

- ✓ Mélangez, laissez reposer et homogénéisez l'échantillon d'eau ;
- ✓ Sélectionnez le volume d'échantillon correct pour votre plage de mesure ;
- ✓ Mesurez précisément l'échantillon avec une fiole jaugée et transférez-le dans les flacons bruns du DBO-mètre ;
- ✓ Ajoutez de l'hydroxyde de lithium dans chaque cupule pour absorber le CO<sub>2</sub> microbien ;
- ✓ Dosez avec l'inhibiteur de nitrification ;
- ✓ Placez un barreau magnétique dans chaque flacon et transférez-les dans un incubateur de DBO ;
- ✓ Démarrez le DBO-mètre HACH LANGE BOD Direct Plus à 20°C pendant 5 jours.



**Figure 7 : DBO-mètre (Photo originale).**

### **II-3-3-8- Détermination du Phosphore total**

Le phosphore total sont mesurés par la méthode Kit Hacgh LCK350 /LCK348, les résultats sont exprimés en mg/l.

#### **✚ Mode opératoire**

- ✓ Préparation du DosiCap Zip :
  - Enlevez délicatement la feuille de protection détachable du DosiCap Zip.
  - Dévissez le DosiCap Zip.
- ✓ Ajout de l'Échantillon :
  - Ajoutez 0,4 ml d'échantillon dans le DosiCap Zip.
  - Revissez le DosiCap Zip, en vous assurant que le cannelage est dirigé vers le haut.
- ✓ Incubation :
  - ✓ Secouez le DosiCap Zip pour mélanger.
  - ✓ Chauffez le DosiCap Zip dans le thermostat pendant 30 minutes à 120 °C.
- ✓ Refroidissement et Ajout du Réactif :
  - Laissez la cuve refroidir.
  - Ajoutez 0,5 ml du réactif B dans la cuve.
  - Vissez la cuve avec un DosiCap C gris.
- ✓ Dissolution du Lyophilisat :
  - Mélangez le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce que le lyophilisat soit complètement dissous.
- ✓ Deuxième Mélange et Nettoyage :
  - Après 10 minutes, retournez de nouveau la cuve.
  - Nettoyez soigneusement l'extérieur de la cuve.
- ✓ Analyse : Insérez la cuve dans le spectrophotomètre pour l'analyse.

### **II-3-3-9- Détermination de l'Azote total**

L'azote de composition organique s'oxyde en présence de peroxydisulfate et se transforme donc en nitrate, l'azote total est mesuré par la méthode Kit Hach LCK338/LCK238.

#### **Mode opératoire**

- ✓ Dosez consécutivement dans une éprouvette de réaction sèche :
  - 0,5 ml d'échantillon
  - 2 ml de solution A
  - 1 tablette B
- ✓ Fermez immédiatement l'éprouvette et ne mélangez pas.
- ✓ Chauffez directement l'éprouvette pendant 15 minutes à l'aide du programme standard HT.
- ✓ Laissez refroidir l'échantillon.
- ✓ Ajoutez 1 MicroCap C.
- ✓ Fermez l'éprouvette et mélangez jusqu'à dissolution complète du lyophilisat du MicroCap C et qu'il ne reste aucune particule.
- ✓ Dans le test en cuve, ajoutez :
  - 0,5 ml d'échantillon désagrégé
  - 0,2 ml de solution D
- ✓ Fermez immédiatement la cuve.
- ✓ Mélangez le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce qu'aucun dépôt ou agrégat ne soit observable.
- ✓ Nettoyez soigneusement l'extérieur de la cuve.
- ✓ Insérez la cuve dans le spectrophotomètre (DR3900).

### **II-3-4- Analyses bactériologiques**

Dans le cadre de notre étude qui a été réalisée au niveau de laboratoire d'hygiène de BLIDA selon les techniques décrites par :

#### **II-3-4-1- Préparation des dilutions**

Avant de réaliser les analyses bactériologiques des eaux de la STEP de Beni Mered, nous avons effectué une série de dilutions de  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  pour les eaux épurées, en vue de réduire le nombre de microorganismes par unité de volume pour permettre après

incubations d'effectuer le dénombrement des colonies (cas de boîte). Pour cela, nous avons procédé selon la norme NF EN ISO 6887-1.

- ✓ Prendre une série de flacons stériles contenant 90 ml d'eau distillée stérile.
- ✓ Ajoutez dans le premier flacon 10 ml de l'échantillon à analyser, fermer et agiter le flacon : la suspension alors obtenue est de  $10^{-1}$ .
- ✓ Répétez la même procédure jusqu'à atteindre la dilution idéale.

### **II-3-4-2-Recherche et dénombrement des bactéries indicatrices de contamination fécale**

#### **✓ Recherche et dénombrement des Coliformes**

La recherche et le dénombrement des bactéries coliformes, coliformes fécaux dans les eaux en milieu liquide est réalisée par la technique du Nombre le Plus Probable (NPP) selon le protocole d'écrit par l'Institut Pasteur (**Lebres et Mouffok, 2008**).

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- ⊕ **Test de présomption** : Réservé à la recherche des Coliformes totaux.
- ⊕ **Test de confirmation** : Encore appelé test de Mac Kenzie et réservé à la Recherche des Coliformes fécaux (thermo-tolérants) à partir des tubes positifs du test de présomption.

#### **➤ Test de présomption**

Le dénombrement présumptif des coliformes totaux est réalisé sur bouillon lactose au Pourpre de bromocrésol (BCPL).

À partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement

- Un flacon contenant 50 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham avec 50 ml d'échantillon.
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.
- Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le Milieu et l'inoculum.

#### **➤ Incubation**

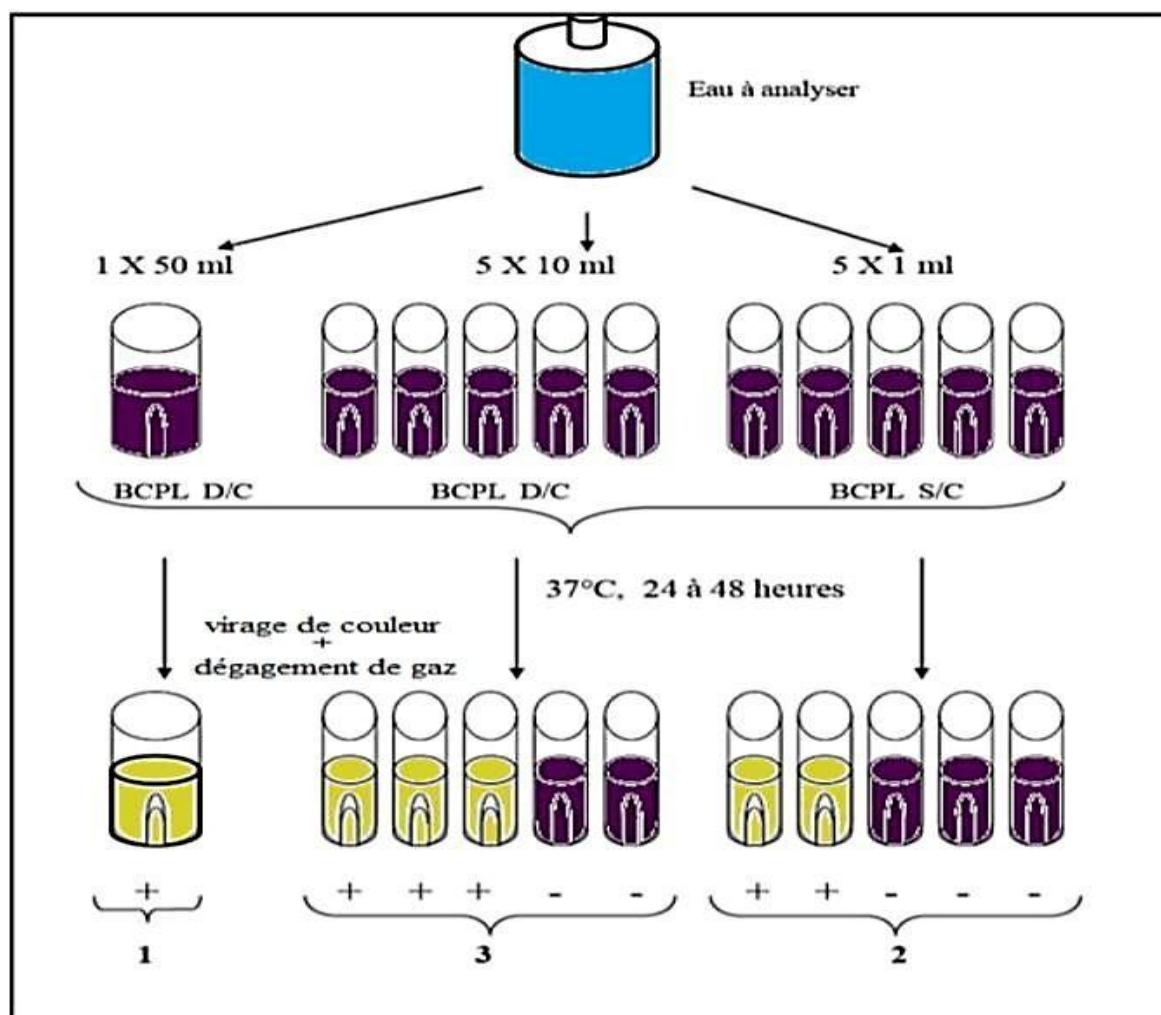
L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

## ➤ Lecture

Les tubes considérés comme positif, représentant en même temps :

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

Ces deux caractères étant témoin de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table NPP.



**Figure 8 :** Recherche e dénombrement des coliformes en milieu liquide (test de présomption).

## ➤ Test de confirmation ou teste de Mac-Kenzie

Le test de confirmation ou test de Mac-Kenzie est basé sur la recherche de coliformes thermo-tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*"Escherichia Coli*.

Les coliformes thermos tolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes, mais à 44°C. *Escherichia Coli.* est un coliforme thermo-tolérant qui entre autres

- Produit de l'indole à partir du tryptophane à 44°C.
- Donne un résultat positif à l'essai au rouge de méthyl.

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

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

#### ➤ Incubation

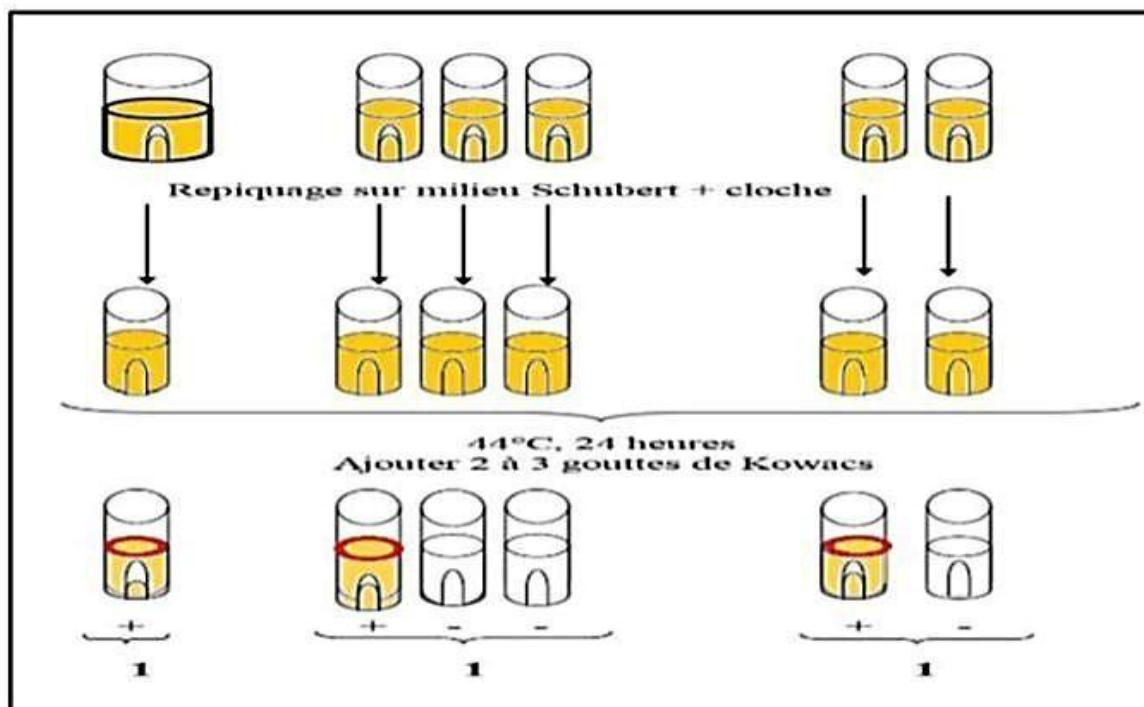
L'incubation se fait dans l'étuve à 44°C pendant 24 heures.

#### ➤ Lecture

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

- Un dégagement gazeux.
- Après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovac, apprécier d'un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole d'*Escherichia coli*.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table NPP en tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois productrice de gaz et d'indole à 44°C.

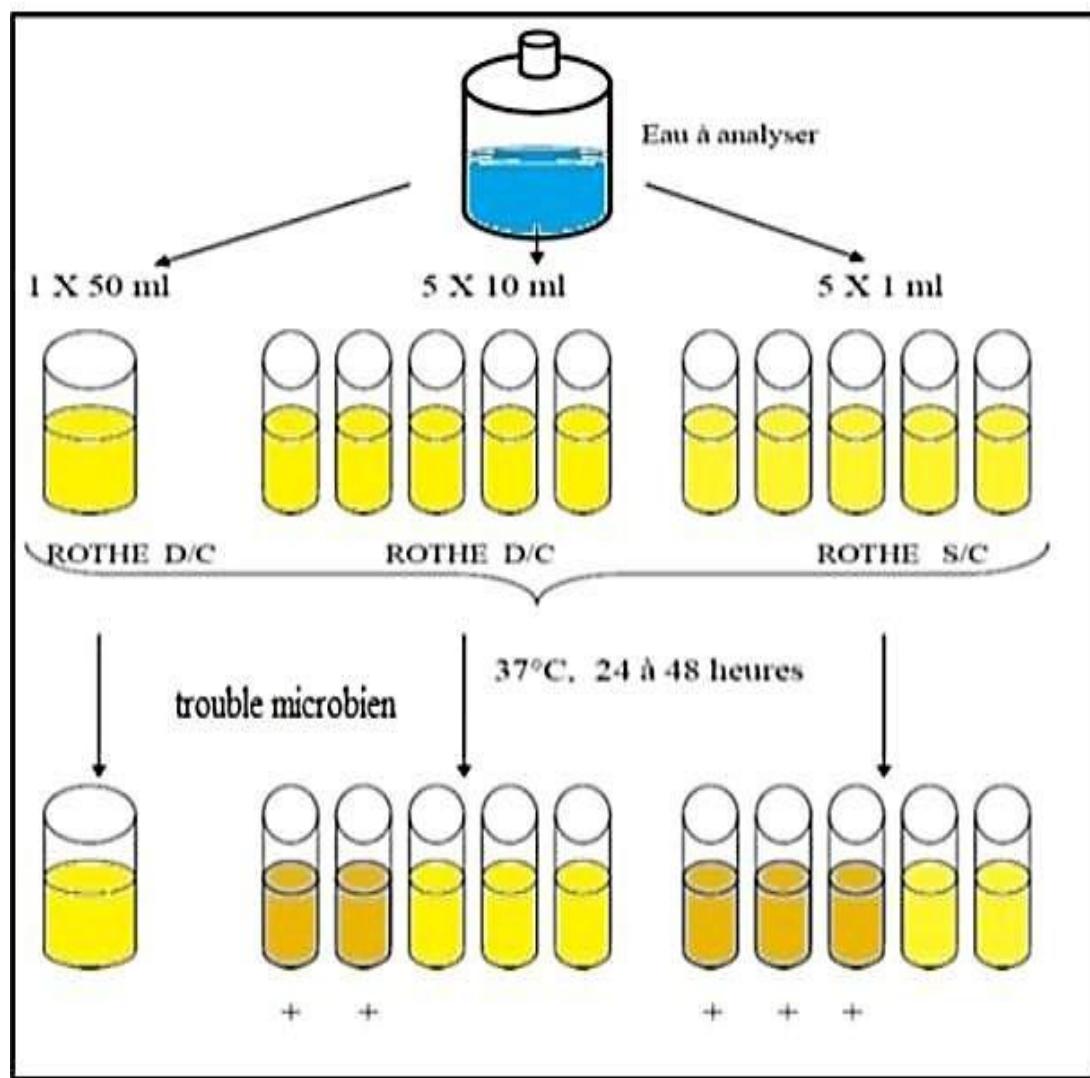


**Figure 9 :** Recherche et dénombrement des coliformes en milieu liquide (test de confirmation)

✓ **Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux**

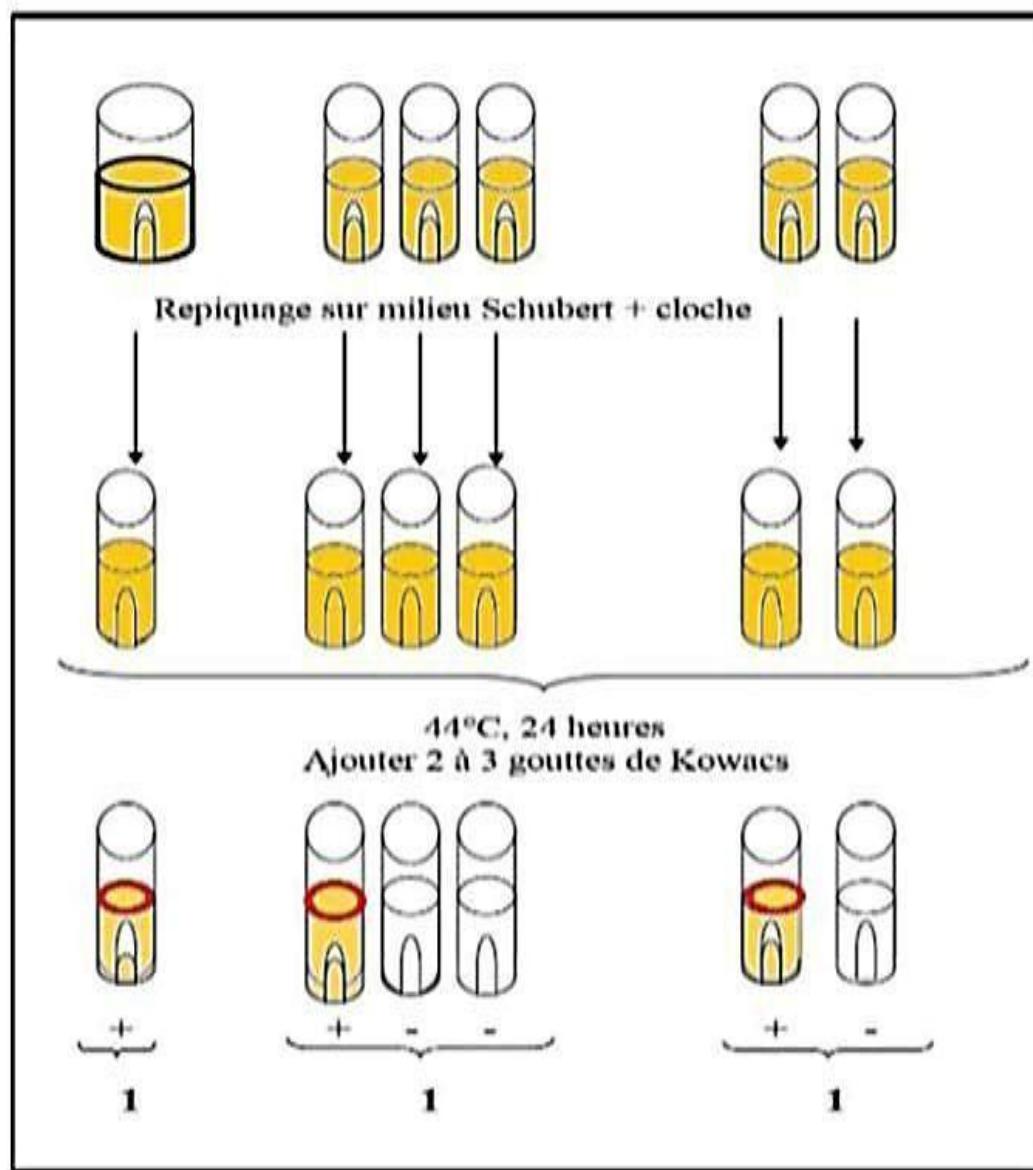
Comme la méthode de recherche de coliformes en milieu liquide celle de la recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- **Test de présomption :** Réservé à la recherche présumptive des streptocoques.



**Figure 10 :** Recherche et dénombrement des streptocoques (test de présomption).

- **Test de confirmation :** Réservé à la confirmation réelle des Streptocoques fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.



**Figure 11 :** Recherche et dénombrement des streptocoques ( test de confirmation ).

#### ➤ Test de présomption

À partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu ROTHE D/C.
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C.
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

#### ➤ Incubation

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

## ➤ Lecture

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

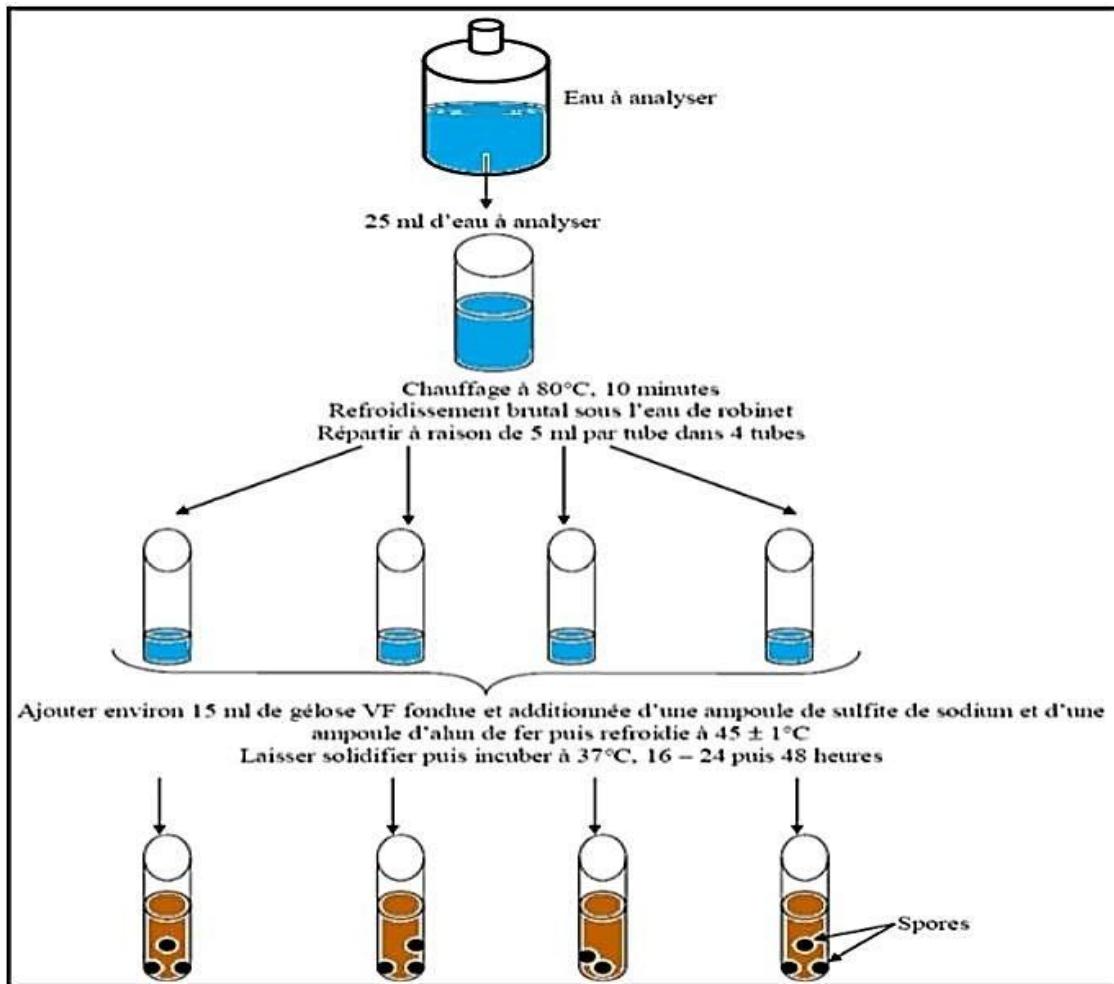
- Un trouble microbien.
- Une pastille violette (Blanchâtre) au fond des tubes.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table NPP.

## ✓ Recherche et dénombrement des spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR)

L'isolement et le dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) se sont effectués par la méthode du nombre le plus probable (NPP) :

- ⊕ Prendre environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80 ° C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes.
- ⊕ Après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet.
- ⊕ Répartir le contenu de ce tube, dans quatre tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.
- ⊕ Ajouter approximativement 18 à 20 ml de gélose viande foie, fondu puis refroidie à 45 ± 1 ° C, additionnée d'une ampoule d'alun de fer et d'une ampoule de sulfite de sodium.
- ⊕ Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- ⊕ Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, ensuite incuber à 37 ° C. Pendant 24 à 48 heures ;
- ⊕ La première lecture doit absolument être faite à 16 heures, car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas, on se trouvait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile, voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10-1, voire 10-2, la deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et dernière à 48 heures.
- ⊕ Les colonies entourées d'un halo noir sont comptées comme susceptibles de provenir de bactéries Anaérobies sporulées Sulfito-Réductrices.



**Figure 12 :** recherche et démembré des ASR.

➤ **Recherche des bactéries pathogènes**

✓ **Recherche des Salmonelles**

**Jour 1 : Enrichissement primaire.**

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans 100 ml de bouillon sélénite-cystéine D/C. la solution obtenue est appelée SFBI, elle est incubée à 37°C pendant 18 à 24 heures.

**Jour 2 : Second enrichissement et isolement**

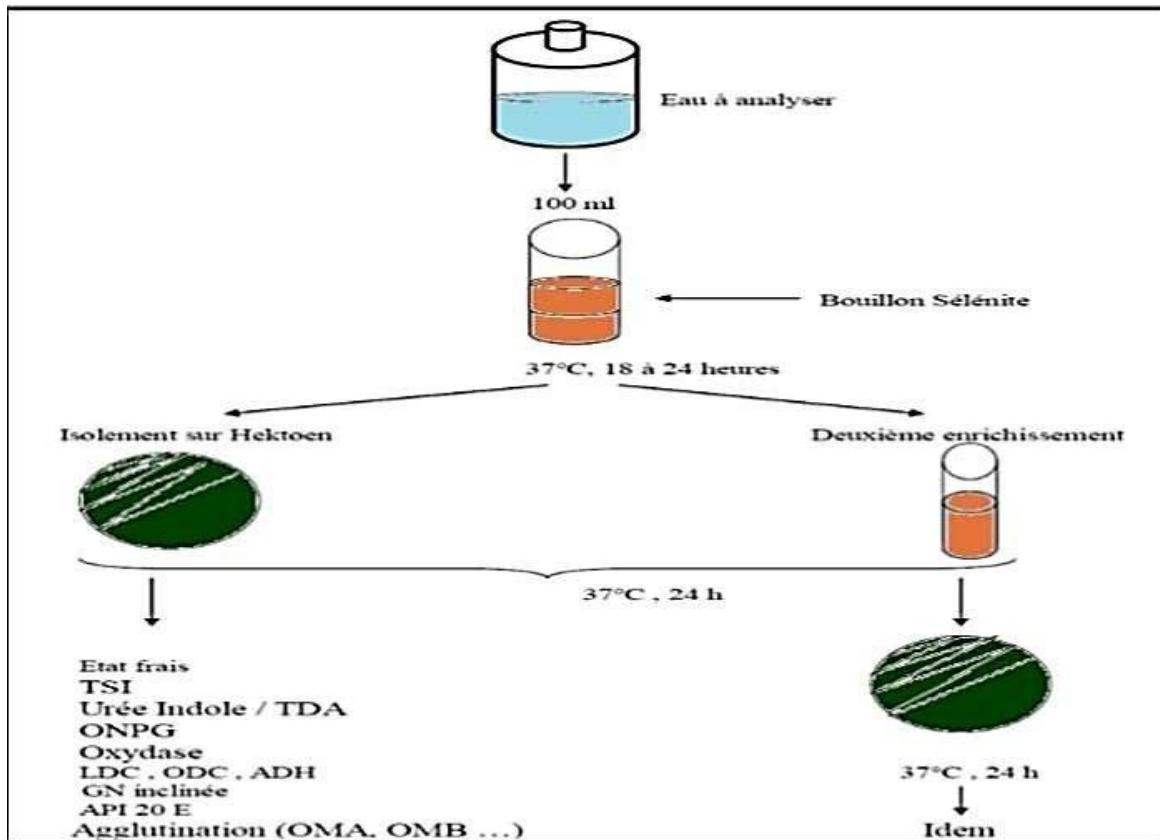
Ce flacon fera l'objet :

- La solution SFBI incubée la veille fera l'objet d'un second enrichissement sur bouillon sélénite-cystéine en tube (SFBII) à raison de 1 ml par tubes et un isolement sur gélose Hecktoen I.
- L'incubation se fait donc à 37°C pendant 24 heures.

**Jour 3 : Lecture des boîtes et identification.**

- Effectuer à partir du bouillon SFB II un isolement sur gélose HeckotenII.

- D'autre part, la boîte de gélose Hektoen subira une lecture en tenant compte du fait que les salmonelles se présentent le plus souvent sous forme de colonies de couleur gris-bleu à centre noir.
- Ces dernières subiront une identification biochimique.



**Figure 13 : Recherche des salmonelles.**

#### ✓ Recherche des Vibrions cholériques

La recherche des vibrions cholériques se fait en 3 étapes.

##### 1<sup>re</sup> étape :

Un enrichissement primaire s'effectue sur le milieu Eau Peptonée Alcaline (EPA). À partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 250 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu EPA 10 fois concentré, puis incuber à 37 °C pendant 6, 18 à 24 heures. La solution obtenue est appelée EPA I.

##### 2<sup>e</sup> étape :

La solution EPA I, fera l'objet, d'une part d'un deuxième enrichissement (EPA II.) qui consiste à ensemencer 1 ml d'EPA I, dans un tube contenant 10 ml d'EPA. D'autre part, d'un isolement sur GNABI (Gélose Nutritive Alcaline Biliée). L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 heures.

##### 3<sup>e</sup> étape :

Consiste d'une part, à l'isolement du tube EPA II sur GNAB II. Puis incubation à 37° C durant 24 heures et d'autre part, à la lecture de la boîte gélose GNAB I.

La lecture se limite à la présence ou l'absence de colonies spécifiques, en tenant compte que des vibrions se présentent le plus souvent sous forme de colonies lisses et transparentes.

# Résultats et discussion

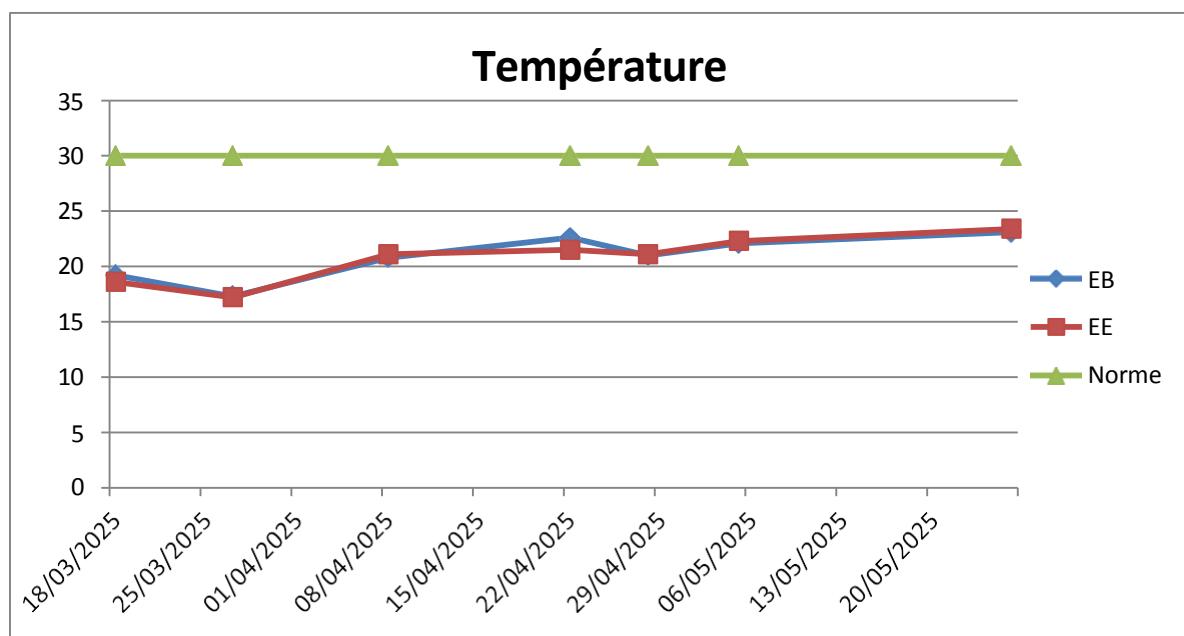
### III- Résultats et discussion

#### III-1-Paramètres physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux brutes et des eaux épurées prélevées de la STEP de Beni Mered Durante les trois mois (Mars, Avril et Mai) sont mentionnés dans le **Tableau IV (Annexe 2)**.

##### III-1-1- Température

La figure 14 montre la température de l'eau enregistrée durant les prélèvements effectués au niveau de station d'avant et après les rejets de la STEP.



**Figure 14 :** Variation de température des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.

Nous avons remarqué que les valeurs journalières de température présentent une moyenne de 20,87°C des eaux brutes qui varie entre une valeur maximale 23,1 C° de mois mai, et valeur minimale 17,3 C° dans le mois de mars. Pour les eaux traitées présentent une moyenne de 20,74 C° qui varie entre la valeur maximale 23,4 C° de mois mai , et valeur minimal 17,2 C° de mois mars .

Les fluctuations de ces valeurs en relation avec les conditions climatiques locales et plus particulièrement avec la température de l'air et les phénomènes d'évaporation d'eau. (Noe et al., 2025).

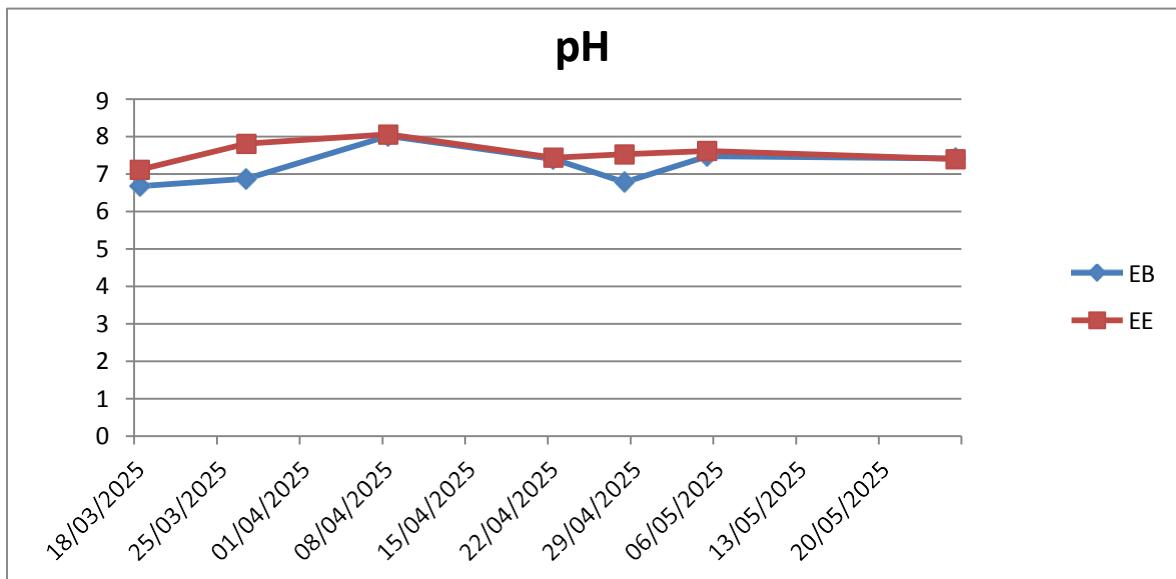
Les normes algériennes des rejets des eaux usées traitées restent inférieures aux normes algériennes de rejets des eaux usées dans la nature, qui sont de l'ordre de 30°C.

**Tableau V:** La variation de la température de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Beni Mered.

Valeur	Min	Max	Moyenne	Norme JORA
(EB)	17,3	23,1	20,87	/
(EE)	17,2	23,4	20,74	< 30

### III-1-2- Potentiel Hydrogène (pH)

La figure 15 représente les valeurs de pH de l'eau enregistrée durant les prélèvements effectués au niveau de station d'avant et après les rejets de la STEP.



**Figure 15 :** Variation du potentiel hydrogène des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.

Les résultats présentés dans la (figure 15) montrent que les valeurs journalières de pH durant notre période d'étude varient dans un intervalle de 6,68 et 8,02 pour les eaux brutes avec une valeur moyenne de 7,23. Pour les eaux traitées un intervalle de 7,12 et 8,06 avec une valeur moyenne de 7,56.

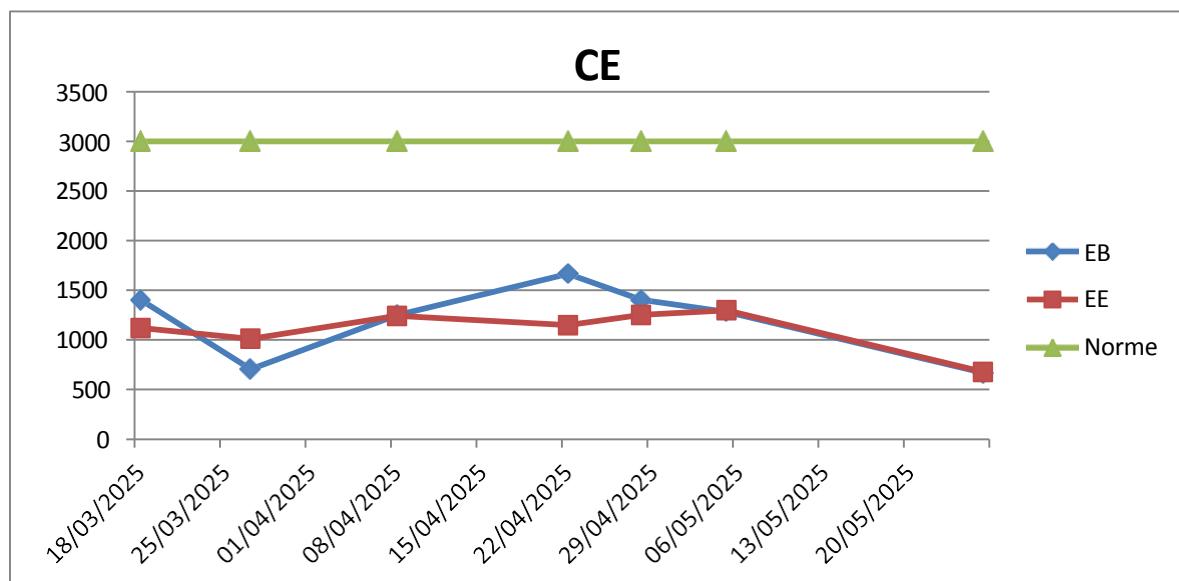
Le rôle du pH est capital pour la croissance des microorganismes et constitue un paramètre important pour l'interprétation de la corrosion dans les canalisations des installations de l'épuration. Ces valeurs du pH enregistrées sont conformes aux normes de rejet de l'OMS et algériennes, où la valeur du pH comprise entre 6,5 et 8,5.

**Tableau VI** : Variation du pH de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Beni Mered.

Valeur	Min	Max	Moyenne	Norme d'irrigation JORA
pH (EB)	6,68	8,02	7,23	/
pH (EE)	7,12	8,06	7,56	6,5-8,5

### III-1-3- Conductivité électrique

La figure 16 représente les valeurs de conductivité électrique de l'eau enregistrée durant les prélèvements effectués au niveau de station d'avant et après les rejets de la STEP.



**Figure 16** : Variation de conductivité électrique des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.

D'après la figure 16, on remarque que les valeurs de la CE varient dans un intervalle de  $668 \mu\text{S}/\text{cm}$  et  $1666 \mu\text{S}/\text{cm}$  pour les eaux brutes, et entre  $678 \mu\text{S}/\text{cm}$  et  $1299 \mu\text{S}/\text{cm}$  pour les eaux traitées. La conductivité électrique est de moyenne  $1197 \mu\text{S}/\text{cm}$  pour des eaux brutes et de moyenne de  $1107 \mu\text{S}/\text{cm}$  des eaux traitées (Tableau VII). Ces valeurs de CE est plus ou moins proches, ce qui peut être expliqué par l'homogénéisation de ces eaux dans les lagunes. Ces valeurs de CE, on peut dire qu'elle est (valeur approximative) correspondent avec les normes de rejetées JORA limitée pour les eaux d'irrigation ( $< 3000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ).

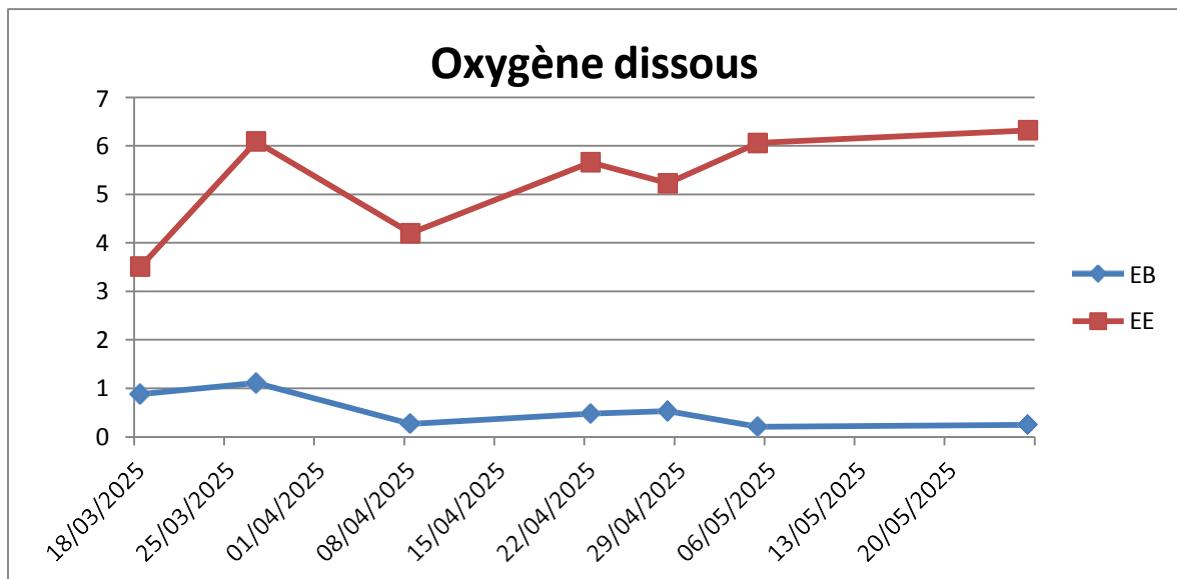
La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau. Elle est directement associée à la quantité d'ions en dissolution.

**Tableau VII** : Variation de conductivité électrique de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Beni Mered.

Valeur	Min ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Max ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Moyenne	Norme JORA
CE (EB)	668	1666	1197	/
CE (EE)	678	1299	1107	<3000

### III-1-4- Oxygène dissous

La figure 17 représente les valeurs de l'oxygène dissous de l'eau enregistrée durant les prélèvements effectués au niveau de station d'avant et après les rejets de la STEP.



**Figure 17** : Variation de l'oxygène dissous des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.

Les résultats obtenus (Figure 17), l' $\text{O}_2$  dissous pour l'eau brute varie entre 0,21 et 1,11 mg/l et pour l' $\text{O}_2$  dissous des eaux épurées varient entre 3,51 et 6,32 mg/l. Pour les eaux brutes la concentration moyenne, est 0,53 mg/l et pour les eaux traitées de moyenne 5,29 mg/l. (Tableau VIII).

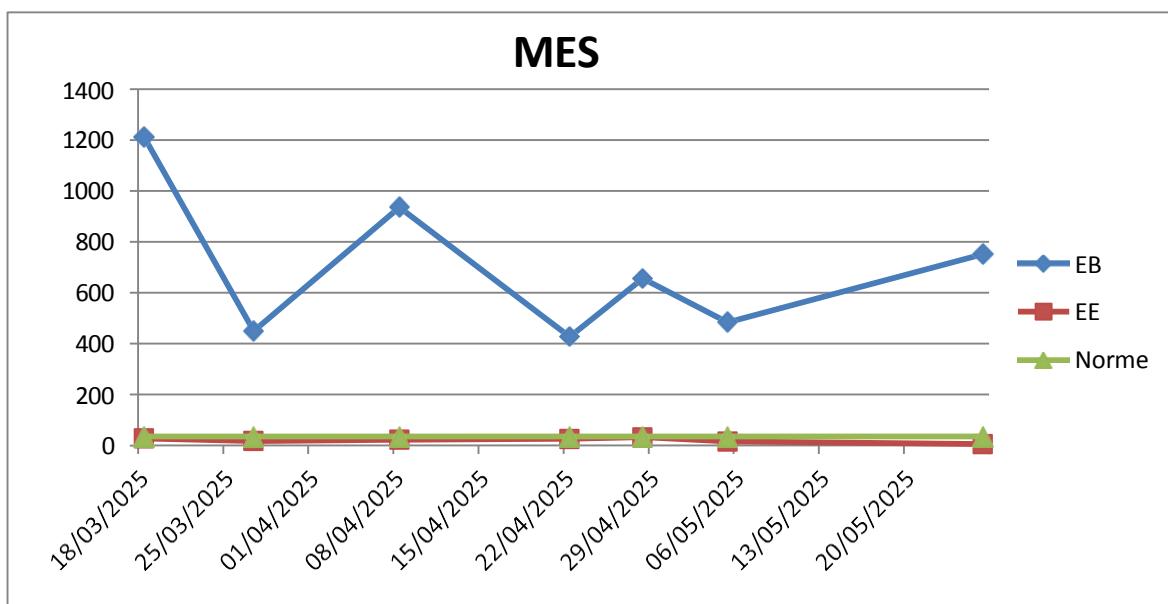
L'oxygène, toujours présent dans l'eau, sa solubilité est fonction de la température et de la pression partielle dans l'atmosphère. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. La concentration en oxygène détermine la concentration en bactéries anaérobies et

aérobies ce qui conditionne le traitement biologique de la matière organique (**Rodier et al, 2005**).

**Tableau VIII** : Variation de l'oxygène dissous de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Beni Mered.

Valeur	Min	Max	Moyenne	Norme
O <sub>2</sub> dissous (EB)	0,21	1,11	0,53	/
O <sub>2</sub> dissous (EE)	3,51	6,32	5,29	5

### III-1-5- Matière en suspension (MES)



**Figure 18** : Variation de la matière en suspension des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.

Selon la figure 18, qui représente la variation de MES des eaux usées brutes et traitées de STEP Beni Mered, nous observons une variation des valeurs de MES des eaux brutes et traitées avec une valeur moyenne de l'ordre de 702,57 mg/l pour les eaux brutes et 21,28 mg/l pour les eaux traitées. Les valeurs des eaux traitées dépassent les normes de rejets recommandées par l'OMS et l'Algérie (35 mg/l). (Tableau IX).

L'augmentation de la charge de MES ne représente pas une pollution en soi, tant que le milieu récepteur est assez grand peut accepter cette charge de matière organique vivante.

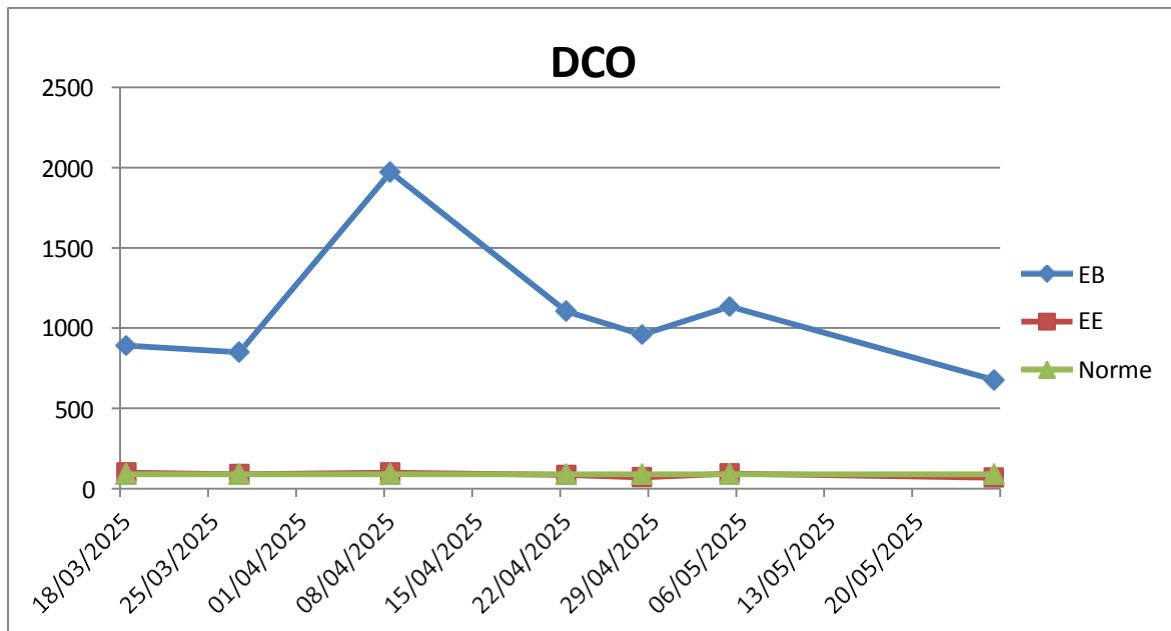
Pour cette raison, la station doit éviter des rejets dans des milieux clos et/ou trop petits, sous risque d'entraîner des phénomènes d'eutrophisation.

**Tableau IX** : Valeurs minimale, maximale et moyenne des matières en suspensions de la station d'épuration de Beni Mered.

Valeur	Min (mg/l)	Max (mg/l)	Moyenne	Norme JORA
MES (EB)	428	1212	702,57	/
MES (EE)	6	32	21,28	<35

### III-1-6- Demande chimique en oxygène

La figure 19 représente les valeurs de demande chimie en oxygène enregistrée durant les prélèvements effectués au niveau de station d'avant et après les rejets de la STEP.



**Figure 19** : Variation de demande chimique en oxygène DCO des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered

Les résultats de DCO obtenues pour les eaux traitées varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 68,4 mg/l à un maximum de 100 mg/l, et avec une moyenne de 86,64 mg/l. (Figure19). Ces valeurs sont supérieures à la norme nationale des rejetés 120 mg/l, celles des eaux brutes entre un minimum de 677 mg/l et à un maximum de 1972 mg/l, avec une moyenne de 1085,14 mg/l. nous remarquons une diminution des valeurs pour les eaux traitées par rapport aux eaux brutes. La réduction de la demande chimique en oxygène peut

être expliquée par la diminution de la matière organique complète par oxydation chimique des molécules oxydables contenues dans l'eau. (Tableau X).

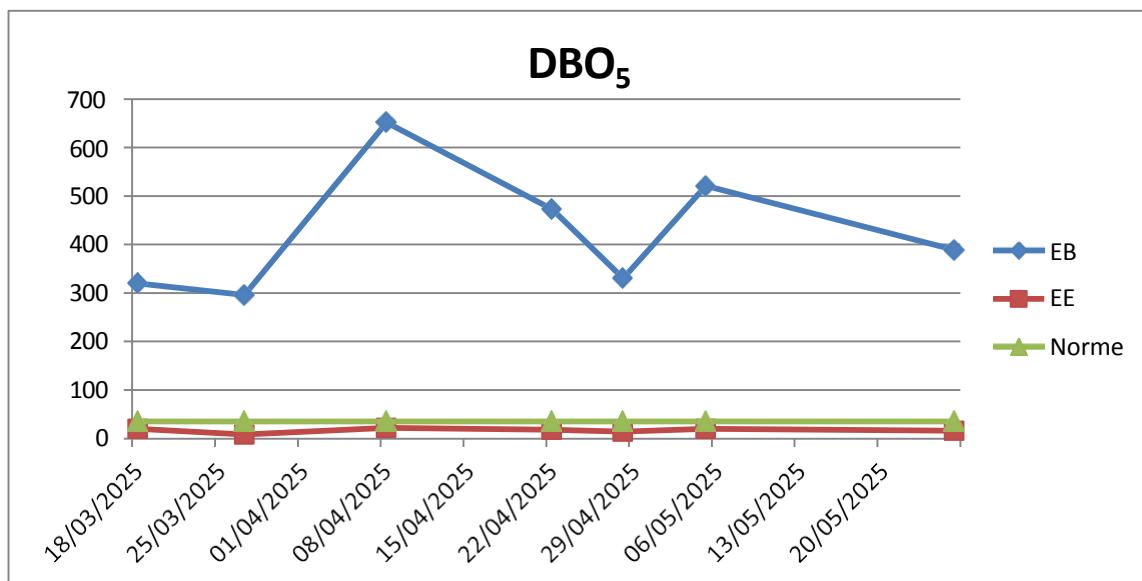
La demande chimique en oxygène permet une estimation de la concentration en matière organique, sa mesure ne fait pas la différence entre la matière organique biodégradable et non biodégradable.

**Tableau X :** Valeurs minimale, maximale et moyenne de la demande biochimique en oxygène DCO de la station d'épuration de Beni Mered.

Valeur	Min (mg/l)	Max (mg/l)	Moyenne	Norme JORA
DCO (EB)	677	1972	1085,14	/
DCO (EE)	68,4	100	86,64	<120

### III-1-7- Demande biochimie en oxygène

La figure 20 représente les valeurs de demande biochimie en oxygène enregistrée durant les prélèvements effectués au niveau de station d'avant et après les rejets de la STEP.



**Figure 20 :** Variation de demande biochimie en oxygène DBO<sub>5</sub> des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.

A partir des résultats de DBO<sub>5</sub> obtenues pour les eaux traitées varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 8 mg/l à un maximum de 22 mg/l, et avec une moyenne de 16,85 mg/l, on remarque que les mesures effectuées sur les eaux brutes dans un intervalle qui va d'un minimum de 296 mg/l à un maximum de 652 mg/l. La moyenne de DBO<sub>5</sub> des eaux brutes est de 425,85 mg/l, cette valeur répond aux normes (30 mg /l). (Tableau XI).

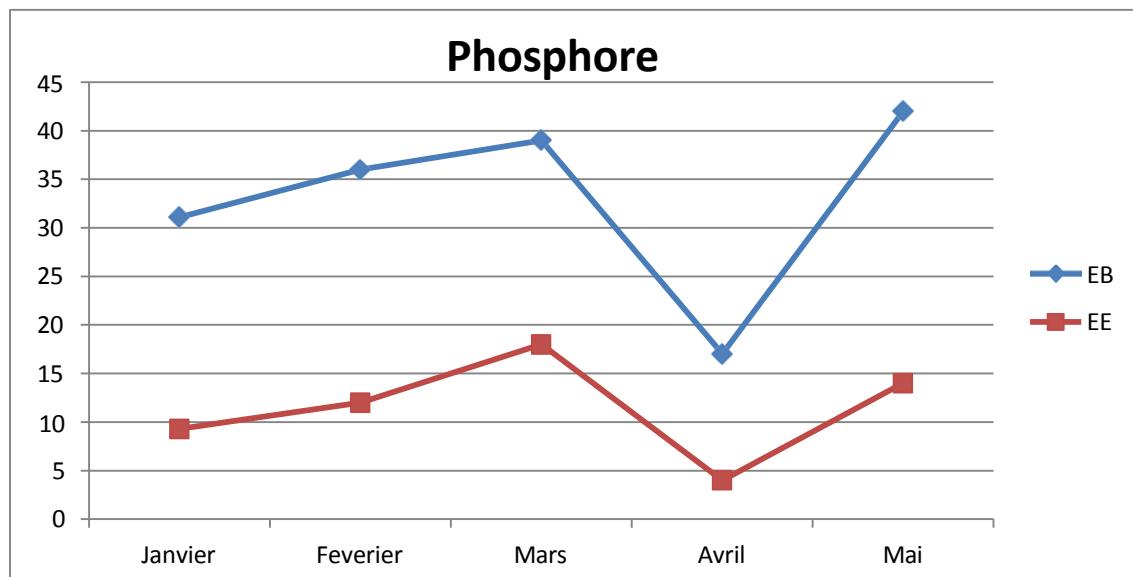
La demande biochimique en oxygène évalue le volume d'oxygène nécessaire pour stabiliser la matière organique susceptible d'être décomposée dans des conditions aérobies. Ce paramètre juge indirectement la quantité de matière organique dégradable. C'est le critère prédominant employé dans la surveillance de la pollution des réceptacles à charge organique. Si cette quantité dépasse un certain seuil, le niveau d'oxygène en dissolution risque d'être insuffisant.

**Tableau XI:** Valeurs de la demande biochimique en oxygène DBO<sub>5</sub> minimale, maximale et moyenne de la station d'épuration de Beni Mered.

Valeur	Min (mg/l)	Max (mg/l)	Moyenne	Norme JORA
DBO <sub>5</sub> (EB)	296	652	425,85	/
DBO <sub>5</sub> (EE)	8	22	16,85	<35

### III-1-8- Phosphore

La figure 21 représente les valeurs de phosphore de l'eau enregistrée durant les prélèvements effectués au niveau de station d'avant et après les rejets de la STEP.



**Figure 21 :** Variation de phosphate des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.

D'après la figure 21, on remarque que les valeurs de phosphore varient dans un intervalle de 17 mg/l et 42 mg/l pour les eaux brutes, et entre 4 mg/l et 18 mg/l pour les eaux traitées, le phosphate est de moyenne 33,02 mg/l pour des eaux brutes et de moyenne de 11,46 mg/l des eaux traitées, cette valeur ne répond pas aux normes (0,2 mg/l). (Tableau XII).

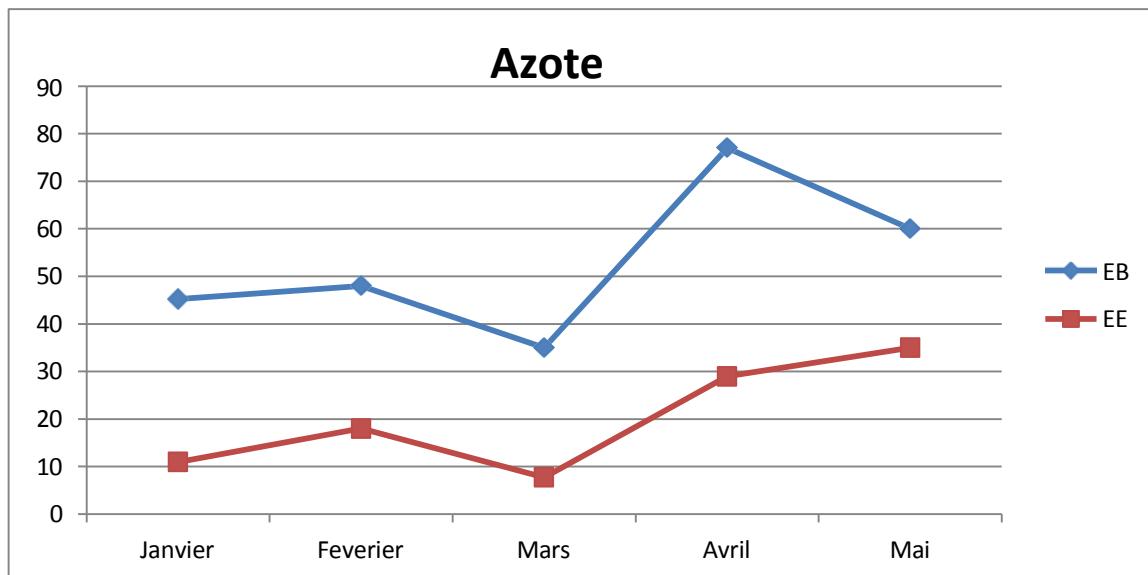
Ces valeur sont élevées et dépassent les normes algériennes et internationales des rejets (<2 mg/l), L'élimination du phosphore des eaux usées par les boues activées est toujours réalisée par un piégeage sous forme particulière dans les boues. La masse de phosphore éliminée correspond donc à la masse extraite avec les boues. (**Stricker et Heduit, 2010**).

**TableauXII :** Taux de phosphore minimal, maximal et moyen de la station d'épuration de Beni Mered.

Valeur	Min (mg/l)	Max (mg/l)	Moyenne	Norme JORA
PT (EB)	17	42	33,02	/
PT (EE)	4	18	11,46	<0,2

### III-1-9- Azote

La figure 22 représente les valeurs de l'eau enregistrée durant les prélèvements effectués au niveau de station d'avant et après les rejets de la STEP.



**Figure 22 :** Variation de l'azote des eaux usées brutes et traitées de station de Beni Mered.

Selon la figure 22, on remarque de fortes teneurs en nitrate des eaux usées brutes de STEP Beni Mered, nous observons une variation des valeurs des nitrates des eaux brutes avec une valeur moyenne de l'ordre de 53,04 mg/l pour les eaux traités une valeur moyenne 14,39 mg/l. Les valeurs des eaux traitées dans les normes de rejets recommandées par l'JORA l'Algérie (30 mg/l).

La dénitrification (transformation de l'azote en diazote gazeux) est considérée comme une bonne pratique. La plus grande partie de la matière organique est dégradée lors des premières étapes des traitements. La majorité de l'azote se retrouve donc sous forme ammoniacale ( $\text{NH}_4^+$ ). (Martin, 2020).

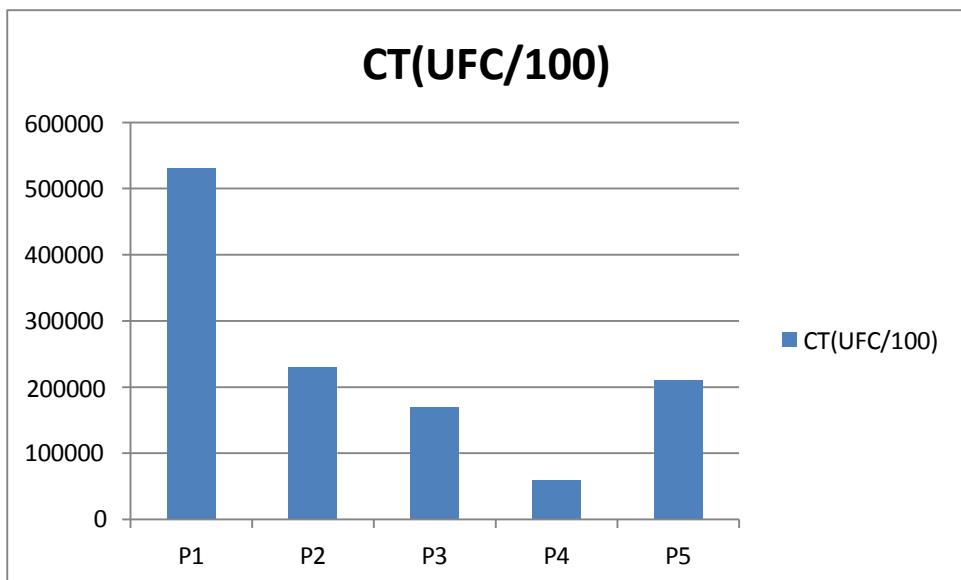
**Tableau XIII :** Valeurs minimale, maximale et moyenne de phosphore de la station d'épuration de Beni Mered.

Valeur	Min (mg/l)	Max (mg/l)	Moyenne	Norme JORA
Azote (EB)	35	77	53,04	/
Azote (EE)	7,74	35	14,39	<30

### III-2- Paramètres bactériologiques

#### III-2-1-Coliforme totaux

La figure 23 montre les résultats des analyses bactériologiques des coliformes totaux dans les eaux épurées de la STEP de Beni Mered des différents prélèvements.



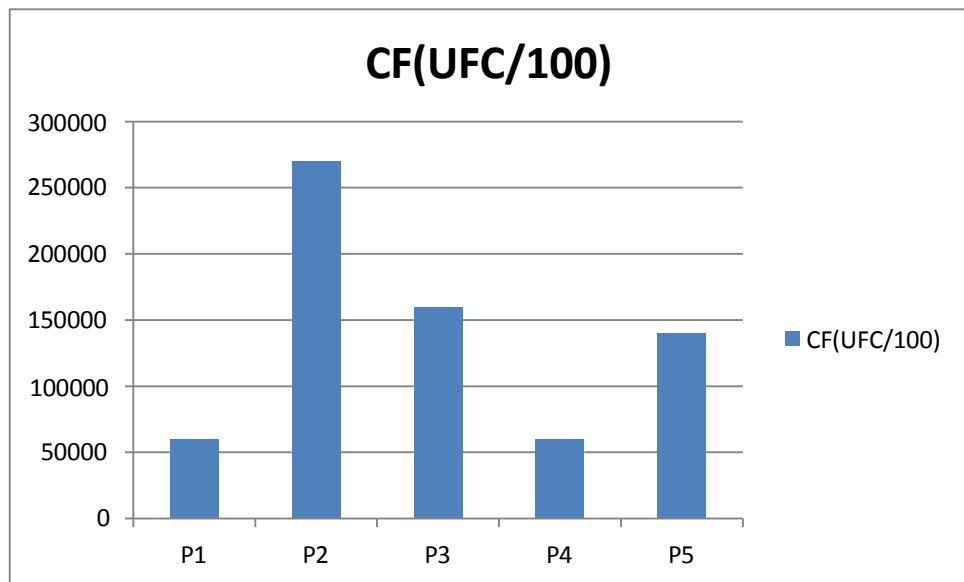
**Figure 23 :** Résultats bactériologiques des coliformes totaux dans les eaux épurées de la STEP Beni Mered.

Sur la base de données représentées par la figure 23, on constate que des niveaux importants de coliformes totaux ont été détectés dans les eaux usées traitées, avec des mesures variantes entre 70 000 et 550 000 UFC/100 ml. Ces valeurs surpassent de loin les

normes préconisées par l'OMS pour la réutilisation en irrigation ( $\leq 1\ 000$  UFC/100 ml). Ceci signale une qualité microbiologique inadéquate pour une utilisation agricole sans danger.

### III-2-2- Coliforme fécaux

La figure 24 montre les résultats bactériologiques des coliformes fécaux dans les eaux épurées de la STEP de Beni Mered analysées à différents prélèvements.

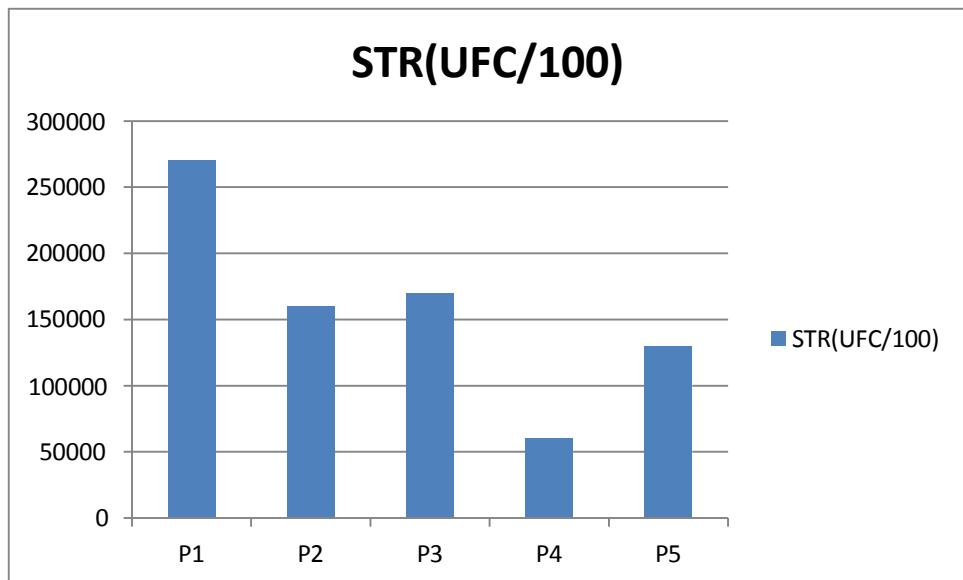


**Figure 24 :** Résultats bactériologiques des coliformes fécaux dans les eaux épurées de la STEP Beni Mered.

Le graphe des Coliformes Fécaux révèle des niveaux particulièrement hauts dans les eaux traitées, avec des valeurs variantes entre 70 000 et 350 000 unités de formation de colonies pour 100 ml, notés lors des échantillons P1 à P5. Ces niveaux révèlent une présence continue de contamination fécale, en dépit du traitement mis en œuvre. La présence notable de ces micro-organismes indique une efficacité restreinte du traitement appliqué sur le plan microbiologique, ce qui suscite des inquiétudes concernant la salubrité de cette eau et sa capacité à satisfaire les standards de qualité requis.

### III-2-3- Streptocoques fécaux

La figure 25 montre les résultats bactériologiques des streptocoques fécaux dans les eaux épurées de la STEP de Beni Mered analysées dans des différents prélèvements.



**Figure 25 :** Résultats bactériologiques des streptocoques fécaux dans les eaux épurées de la STEP Beni Mered.

D'après la figure 25, les valeurs des (STR) Des concentrations extrêmement hautes de Streptocoques fécaux ont été observées, avec une moyenne dépassant les 140 000 bactéries pour 100 ml. Ces bactéries servent de marqueur crucial pour la détection de matières fécales et, en conséquence, d'un éventuel danger lié à la présence d'autres microbes plus menaçant Ce qui est particulièrement alarmant concernant les Streptocoques fécaux, c'est qu'ils possèdent une résistance accrue aux traitements de l'eau par rapport à d'autres bactéries. La grande quantité d'eau indique que la méthode de traitement en cours à la station d'épuration est insuffisante pour garantir la sécurité microbiologique de l'eau.

**Tableau XIV :** Résultats de la recherche et dénombrement des spores anaérobies sulfito-reducteurs dans les eaux usées traitées de la STEP de Beni Mered.

Dates de prélèvements	Résultats
10/6/2025	0 spores dans 25ml d'eau à analyser
13/6/2025	0 spores dans 25ml d'eau à analyser
16/6/2025	Indénombrables
19/6/2025	0 spores dans 25ml d'eau à analyser
21/6/2025	0 spores dans 25ml d'eau à analyser

Les résultats des tests montrent que, la plupart du temps, l'eau traitée par la STEP de Beni Mered est exempte de spores anaérobies sulfito-réducteurs, indiquant l'efficacité générale du processus de traitement et de désinfection. Cependant, une anomalie a été observée le 16/06/2025, où le nombre de spores était indénombrable, suggérant une possible défaillance temporaire du système. Cela souligne l'importance d'une surveillance continue et d'un entretien régulier pour garantir une qualité constante de l'eau et prévenir de futures anomalies.

Les données montrent essentiellement que l'eau traitée à la station d'épuration de Beni Mered ne contient pas de spores anaérobies sulfito-réducteurs, ce qui prouve l'efficacité du processus de traitement. Toutefois, un résultat non dénombrable à une date précise met en évidence l'importance de rester alerte et d'intervenir promptement pour rectifier les irrégularités afin de garantir une qualité constante de l'eau.

**Tableau VX :** Résultats de la recherche des bactéries pathogènes dans les eaux usées traitées par la STEP Beni Mered.

Bactéries	Salmonelle	Vibrions cholérique	ASR	E.coli
date de prélèvement				
10/6/2025	(-) absence	(-) absence	(-) absence	(+) présence
13/6/2025	(-) absence	(-) absence	(-) absence	(+) présence
16/6/2025	(-) absence	(-) absence	(-) absence	(+) présence
19/6/2025	(-) absence	(-) absence	(-) absence	(+) présence
21/6/2025	(+) présence	(-) absence	(-) absence	(+) présence

### III-2-4- Salmonelle

Les agents pathogènes, comme les salmonelles, se propagent généralement à l'être humain par la consommation d'eau contaminée et sont à l'origine de plusieurs maladies (**Momba et al, 2006**). L'identification de ce microbe est cruciale, étant donné que sa présence dans l'eau indique une contamination fécale (**Cavallari et al., 2011**).

✓ Non-présence: Les tests effectués le 10/06/2025, le 13/06/2025, le 16/06/2025 et le 19/06/2025 ont révélé l'absence de Salmonelle, ce qui témoigne d'une bonne qualité de l'eau traitée à ces dates.

✓ Détection: Les échantillons examinés 21/06/2025 révèlent la présence de Salmonella, signalant une contamination et un risque potentiel pour la santé publique.

### **III-2-5- Vibrio cholérique**

Le Vibrio cholerae est responsable du choléra, une maladie diarrhéique aiguë.

Tous les échantillons montrent l'absence de Vibrio cholerae, ce qui est favorable car cela signifie que l'eau épurée ne présente pas de risque de choléra.

### **III-2-6- ASR (Anaérobies Sulfito-Réducteurs)**

Le tableau indique une absence totale d'ASR sur toutes les dates de prélèvement analysées. Cette absence constante témoigne de l'efficacité du processus de traitement pour éliminer ce groupe de bactéries. Cela suggère un bon contrôle des conditions anaérobies et de désinfection, contribuant à la sécurité microbiologique de l'eau.

### **III-2-7- E. coli**

Une présence d'E.coli est systématiquement observée à toutes les dates de prélèvement figurant dans le tableau. Cette persistance indique une contamination fécale continue de l'eau traitée. La détection régulière d'E.coli souligne l'urgence d'une réévaluation et d'une optimisation des étapes de désinfection pour garantir la conformité de l'eau.

Les analyses microbiologiques des eaux épurées de la STEP de Beni Mered ont révélé la présence de bactéries pathogènes telles que Salmonella, E.coli, indiquant que la qualité de l'eau traitée ne respecte pas les normes en vigueur. L'inutilisation de la désinfection par le chlore, essentielle pour éliminer ces micro-organismes, pourrait être la cause de cette contamination. Ces résultats posent des risques sérieux pour la santé publique et l'environnement, car l'eau contaminée peut provoquer des maladies et affecter les écosystèmes aquatiques. Il est donc urgent que la STEP de Beni Mered améliore son processus de traitement, notamment en rétablissant une désinfection efficace et en surveillant régulièrement la qualité de l'eau traitée.

## **III-3- Croissance de la courgette irriguée par l'eau de la station de Beni Mered**

Dans le cadre de notre mémoire de fin d'études, nous avons réalisé une expérience visant à évaluer l'effet de l'eau usée épurée sur la croissance de la courgette (*Cucurbita pepo*). Pour ce faire, nous avons procédé à la plantation de graines de courgette dans un sol

préparé à cet effet. L'arrosage a été exclusivement assuré à l'aide de l'eau traitée provenant de la station d'épuration de Beni Mered. Cette démarche expérimentale a pour objectif principal d'observer les éventuelles répercussions de l'utilisation de cette eau sur la germination, la croissance végétative ainsi que sur l'état sanitaire des plantes. Le suivi a été effectué régulièrement afin de documenter l'évolution des différents paramètres liés au développement de la courgette.



**Figure 26 :** Développement de plante de courgette irrigué par les eaux usées traitées.  
**(Photo originale).**

## Conclusion

Les résultats des analyses physico-chimiques, sur les eaux traitées de la STEP de Beni Mered montrent que ces effluents liquides présentent un caractère neutre ( $\text{pH} = 7,56$ ) et des valeurs moyennes de : température ( $20,74^\circ\text{C}$ ), d'une conductivité électrique de ( $1107\mu\text{s/cm}$ ) et oxygène dissous de ( $5,29 \text{ mgO}_2/\text{l}$ ), ainsi des valeur de: MES ( $21,28\text{mg/l}$ ),  $\text{DBO}_5$  de ( $16,85 \text{ mg/l}$ ) et une valeur de DCO qui est inférieur à ( $30 \text{ mg/l}$ ), aussi des concentrations moyennes, Azote total ( $14,89\text{mg/l}$ ) et les orthophosphates ( $11,46 \text{ mg/l}$ ).

Les valeurs obtenues ne présentent aucune limite pour une valorisation agricole de ces effluents et répondent aux normes requises pour le rejet direct dans le milieu récepteur sans risque sur l'environnement. Cependant, ils constitueront un apport intéressant de fertilisation en nutriments azotés et phosphorés dans le cas d'une réutilisation en agriculture.

Les paramètres physico-chimiques des eaux brutes et traitées montrent un abattement important de la charge polluante après passage à travers les différentes étapes de traitement au niveau de ladite STEP station.

Les résultats des analyses bactériologiques, nous avons remarqué une concentration moyenne supérieure à la norme pour les coliformes totaux ; coliformes fécaux ; streptocoques. Cet état de fait, serait dû probablement aux problèmes d'efficacité de la méthode désinfection.

Ces résultats obtenus affirment que les eaux usées traitées de la station d'épuration de Beni Mered sont d'une bonne qualité physico-chimique par rapport aux traitements appliqués, ainsi la richesse de l'effluent en éléments nutritifs lui permette d'être facilement utilisée dans le domaine agricole (irrigation). Par ailleurs sur le plan bactériologique la réutilisation est sévèrement contrôlée.

A l'avenir, le recyclage des eaux usées traitées peut avoir un effet prodigieux pour l'agriculture de la région, pour cela nous tenons à faire les recommandations normatives et administratives suivantes :

- ✓ Réaliser des analyses microbiologiques régulières de ces effluents (eaux et boues).
- ✓ Effectuer la désinfection physique des eaux épurées (UV).
- ✓ Une sensibilisation des agriculteurs aux bienfaits et les risques de l'utilisation des boues comme fertilisants.

- ✓ Favoriser les périmètres irrigués au voisinage des stations d"épuration, afin de faciliter l"acheminement de ces eaux.

# **Références**

# **Bibliographiques**

## Références

**Achour R., Bahabi Y. et Mebarki R. (2023).** Evaluation des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux de la station d"épuration de Beni Mered (wilaya de Blida). Mémoire de Master Université Saad Dahlab Blida-1.42p

### B

**Boileau, M. È. (2015).** Évaluation du potentiel d'utilisation d'une eau usée industrielle comme substrat de culture pour des microalgues d'eau douce dans une optique de production de biocarburants de 3e génération.

**Benkadour B. (2018).** Contribution à l"étude de la contamination des eaux et des sédiments de l"Oued Chellif (Algérie). Thèse de Doctorat, Université de Perpignan Via Domitia, 190p.

**Baumont, S., Camard-P., Lefranc, A., et Franconie, A. (2004).** Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.

**Bouchaala, L., Charchar, N., & Gherib, A. E. (2017).** Ressources hydriques : traitement et réutilisation des eaux usées en Algérie. Algerian Journal of Arid Environment "AJAE", 7(1), 84-95.

### C

**Chaouay, A., Okhrib, R., Hilali, M., Bazzi, L., Chahid, A., et Khiri, F. (2016).** Contribution à l"étude de l"analyse physico-chimique et de la contamination métallique de l"eau de mer du littoral d"Agadir (Sud du Maroc). Contribution to the study of physico-chemical analysis and metal contamination of coastal Agadir seawa (South Morocco). Journal of Materials and Environmental Science, 7(8), 2748-2759.

### D

**Dimon, F., Dovonou, F., Adjahossou, N., Chouti, W., Mama, D., Alassane, A., et Boukari, M. (2014).** Caractérisation physico-chimique du lac Ahémé (Sud Bénin) et mise en relief de la pollution des sédiments par le plomb, le zinc et l"arsenic. J. Soc. Ouest-Afr. Chim, 37, 36-42.

**Desjardins R. (1997).** Le traitement des eaux. Edition, l"école polytechnique de Montréal, Canada, 304p

## F

**Fidelle, M. K. (2020).** Conception d"une station expérimentale de traitement des eaux usées par filtres plantés des macrophytes. Thèse de Doctorat. Université Côte d"Azur, France, 305 p.

## G

**Gérard, M. (2003).** La qualité de l"eau et l"assainissement en France. Rapport de l'OPECST. n° 215.fait au nom de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scient. Tech. Disponible. au format Acrobat.

## H

**Hadji, F., Sari, F., et Khiat, A. (2020).** Wastewater Reuse for Irrigation Purposes: The Case of Aïn Témouchent Region. Water Resources in Algeria-Part II: Water Quality, Treatment, Protection and Development, 59-78

**Hartani, T. (2004).** La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie. In *Séminaire sur la modernisation de l'agriculture irriguée* (pp. 11-p). IAV Hassan II.

**HENRI Aussel, COLETTE le Bâcle, GRAZIELLA, 2004.** Dornier (inrs) en collaboration avec yres Galtier, Ed 5026, Paris, Le traitement des eaux usées ; novembre 2004 ; 1-4P

## J

**Journal Officiel de la République Algérienne, (2006).**

## L

**Labres, E ., & Moufouk, F. (2008).** La cour nationale d"hygiène et de microbiologie des eaux de boissons. Manuel des travaux pratiques des eaux. Institut pasteur d"algerie.53p

## M

**Makhoukh, M., Sbaa, M., Berrahou, A., & Van Clooster, M. (2011).** Contribution à l"étude physico-chimique des eaux superficielles de l"Oued Moulouya (Maroc oriental). LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (9).

**Metahri, M. S. (2012).** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes : cas de la STEP est de la ville de Tizi Ouzou (Doctoral dissertation, Universite Mouloud Mammeri).

**Martin, T. (2020).** L"urine humaine en agriculture : des filières variées pour contribuer à une fertilisation azotée durable (Doctoral dissertation, Université Paris-Saclay).

## N

**NOE, I., Riotte, M., Krier, J., Lahalle, D., Tisserand, B., Charon, I., et Delebarre, X. (2025).** Évolution climatique et gestion préventive des odeurs. Projet, 27, 05.

## O

**Ounoki, S., & Achour, S. (2014).** Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la ville d'Ouargla. Possibilité de leur valorisation en irrigation. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (20).

**OMS, (2004).** Directive de qualité pour l"eau de boisson : Vol2 : critères d"hygiène et documentation à l"appui. Genève, p : 1050.

**OMS. (1989).** L"utilisation des eaux usées en agriculture et aquaculture : recommandations à visées sanitaires, 84 pp, 778 (série de rapports techniques), Genève.

## R

**Ruban, G., Joannis, C., Gromaire, M. C., Bertrand-Krajewski, J. I., et Chebbo, G. J. T. S. M. (2008).** Mesurage de la turbidité sur échantillons: application aux eaux résiduaires urbaines. Techniques Sciences Méthodes, (4), 61-74.

**Rassam, A., Chaouch, A., Bourkhiss, B., Ouhssine, M., Lakhlifi, T., Bourkhiss, M., et El Watik, L. (2012).** Caractéristiques physico-chimiques des eaux usées brutes de la ville d'Oujda (Maroc). Les technologies de laboratoire, 7(28).

**Rodier, J., Legube, B., & N'Guyen, M. H. (2009).** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Dunod. (Ce manuel est une référence classique pour les méthodes d'analyse de l'eau, incluant les techniques d'échantillonnage et de conservation).

**Renou, S. (2006).** Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine. Université de Lorraine.

## S

**Stricker, A. E., & Heduit, A. (2010).** Phosphore des eaux usées : état des lieux et perspectives (Doctoral dissertation, irstea).

## Y

**Yazid. (2014).** Évaluation de la toxicité des eaux usées traitées par la station d'épuration de Guelma et son impact sur l'oignon « Allium cepa ». Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, 158p

# **Annexes**

## Annexe 01

### ⊕ Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques

- ✓ Bouteilles en plastique 1L.
- ✓ pH mètre
- ✓ Oxymètre
- ✓ Conductimètre
- ✓ DBO-mètre
- ✓ Spectrophotomètre
- ✓ Verreries (Entonnoirs ; Béchers de différent volume ; les éprouvettes...etc.)
- ✓ Réfrigérateur
- ✓ Papier filtres
- ✓ Centrifugeuse
- ✓ Pompe à vide
- ✓ Bloc chauffant
- ✓ Balance.

### ⊕ Matériel utilisé pour les analyses microbiologiques

#### ❖ Milieux cultures

- **Bouillon lactosé au bromocrésol pourpre (BCPL, milieu simple et double concentration)**
  - ✓ Peptone
  - ✓ Extrait de viande
  - ✓ Lactose
  - ✓ Pourpre de bromocrésol
  - ✓ Bacto agar difco
  - ✓ Eau distillée

pH final =  $6,9 \pm 0,2$

- **Bouillon de Schubert en g/l d'eau distillée**

- ✓ Tryptophane
- ✓ Acide glutamique
- ✓ Sulfate de magnésium
- ✓ Citrate de sodium
- ✓ Sulfate d'“ammonium
- ✓ Chlorure de sodium
- ✓ Peptone
- ✓ Mannitol
- ✓ Phosphate disodique
- ✓ Phosphate monopotassique
- ✓ Eau distillée

pH final =  $7,4 \pm 0,2$

#### ❖ **Milieu ROTHE (milieu simple concentration et double concentration) en g/l**

- ✓ Hydrolysat trypsique de casaeine
- ✓ Peptone bacteriologique
- ✓ Glucose
- ✓ Chlorure de sodium
- ✓ Phosphate dipotassique
- ✓ Phosphate monopotassique
- ✓ Azide de sodium

pH final =  $6,8 \pm 0,2$

❖ **Milieu Litsky (EVA BROTH) en g/l d'eau distillée**

- ✓ Peptone
- ✓ Glucose
- ✓ Chlorure de sodium
- ✓ Phosphate dipotassique
- ✓ Phosphate monopotassique
- ✓ Azothhydrate de sodium
- ✓ Ethyl violet
- ✓ Eau distillée

pH final=  $6,8 \pm 0,2$

➤ **Bouillon au sélénite de sodium cystéine SFB**

- ✓ Lactose
- ✓ Tryptophane
- ✓ Phosphate disodique
- ✓ Sélénite de sodium
- ✓ L-Cystine
- ✓ Eau distillée

pH=  $7,2 \pm 0,2$

➤ **Gélose Heckoten**

- ✓ Peptone
- ✓ Extrait de viande
- ✓ Lactose
- ✓ Saccharose
- ✓ Salicine
- ✓ Citrate de fer III et d'ammonium
- ✓ Sels biliaires
- ✓ Fuchsine acide
- ✓ Bleu de bromothymol
- ✓ Agar

pH =  $7,6 \pm 0,2$

➤ **Gélose Viande Foie (VF)**

- ✓ Base viande foie
- ✓ GlucoseAgar
- ✓ Eau distillée

pH= 7,6

## Annexe 02

**Tableau IV :** Résultats des analyses physico-chimiques des eaux brutes et traitées de la STEP de Beni Mered.

Paramètres	T°		pH		CE		OD		MES	
Dates	Entrée	Sortie								
18/03/2025	19,2	18,6	6,68	7,12	1403	1120	0,88	3,51	1212	28
27/03/2025	17,3	17,2	6,88	7,81	706	1012	1,11	6,09	450	18
08/04/2025	20,8	21,09	8,02	8,06	1250	1242	0,27	4,2	936	23
22/04/2025	22,6	21,5	7,4	7,44	1666	1149	0,48	5,66	428	26
28/04/2025	21	21,1	6,79	7,53	1404	1252	0,53	5,23	656	32
05/05/2025	22,1	22,3	7,48	7,62	1282	1299	0,21	6,06	484	16
26/05/2025	23,1	23,4	7,42	7,4	668	678	0,25	6,32	752	6

**Tableau XVI :** Résultats des analyses de la DCO, DBO<sub>5</sub>, des eaux brutes et traitées de la STEP de Beni Mered.

Paramètres	DCO		DBO <sub>5</sub>	
Dates	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
18/03/2025	892	100	320	20
27/03/2025	850	90	296	8
08/04/2025	1972	100	652	22
22/04/2025	1105	84,6	473	18
28/04/2025	959	70	330	14
05/05/2025	1134	93,5	521	20
26/05/2025	677	68,4	389	16

**Tableau XVII:** Résultats des analyses de la NT, PT, des eaux brutes et traitées de la STEP de Beni Mered.

<b>Paramètres</b>	<b>PT</b>		<b>NT</b>		
	<b>Dates</b>	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
Janvier	31,1	9,3	45,2	11	
Février	36	12	48	18	
Mars	39	18	35	7,74	
Avril	17	4	77	29	
Mai	42	14	60	35	

**Tableau XVIII :** Résultats des analyses bactériologiques de la CT, CF, STF des eaux brutes et traitées de la STEP de Beni Mered.

<b>Germes</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
<b>CT (UFC/100)</b>	$160 \cdot 10^3$	$92 \cdot 10^3$	$35 \cdot 10^3$	$92 \cdot 10^3$	$35 \cdot 10^3$
<b>CF (UFC/100)</b>	$24 \cdot 10^3$	$54 \cdot 10^3$	$35 \cdot 10^3$	$17 \cdot 10^3$	$35 \cdot 10^3$
<b>STF</b>	$28 \cdot 10^3$	$17 \cdot 10^3$	$18 \cdot 10^3$	$17 \cdot 10^3$	$14 \cdot 10^3$

**Tableau XIX :** Table de Mac Grady (NPP) dans le cas du système d'ensemencement.

1×50ml	5×10ml	5×1ml	Nombre caractéristique	Limites de confiance	
				inferieure	supérieure
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0,5	4
0	0	2	2	<0,5	6
0	1	0	1	<0,5	4
0	1	1	2	<0,5	6
0	1	2	3	<0,5	8
0	2	0	2	<0,5	6
0	2	1	3	<0,5	8
0	2	2	4	<0,5	11
0	3	0	3	<0,5	8
0	3	1	5	<0,5	13
0	4	0	5	<0,5	13
1	0	0	1	<0,5	4
1	0	1	3	<0,5	8
1	0	2	4	<0,5	11
1	0	3	6	<0,5	15
1	1	0	3	<0,5	8
1	1	1	5	<0,5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	<0,5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	21
1	2	3	12	3	13
1	3	0	8	2	17
1	3	1	11	3	23
1	3	2	14	4	28
1	3	3	18	5	19
1	3	4	21	6	26
1	4	0	13	4	34
1	4	1	17	5	53
1	4	2	22	7	66
1	4	3	28	9	31
1	4	4	35	12	47
1	4	5	43	15	59
1	5	0	24	8	85
1	5	1	35	12	100
1	5	2	54	18	140
1	5	3	92	27	220
1	5	4	160	39	450
1	5	5	240		

**Tableau XX : Normes microbiologique de rejet des eaux épurées.**

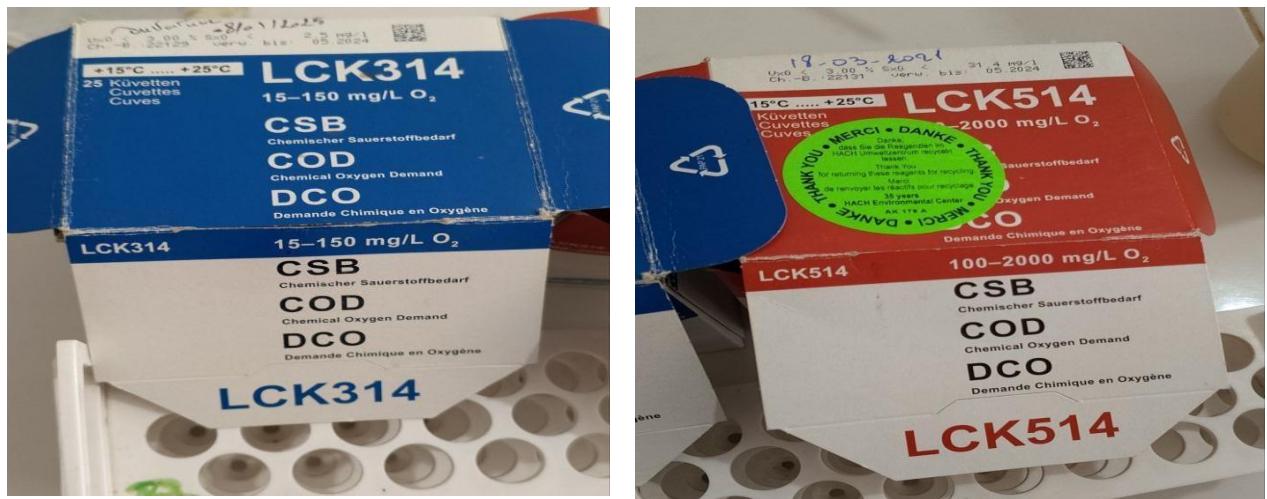
Micro-organismes	Concentration (en nombre par litre)
Bactéries:	
● Coliformes totaux	$10^3 - 10^7$
● E.coli	$10 - 10^6$
● Entérocoques	$10 - 10^8$
● Salmonelles	$0 - 10$
● Vibrio cholérique	$0 - 10$



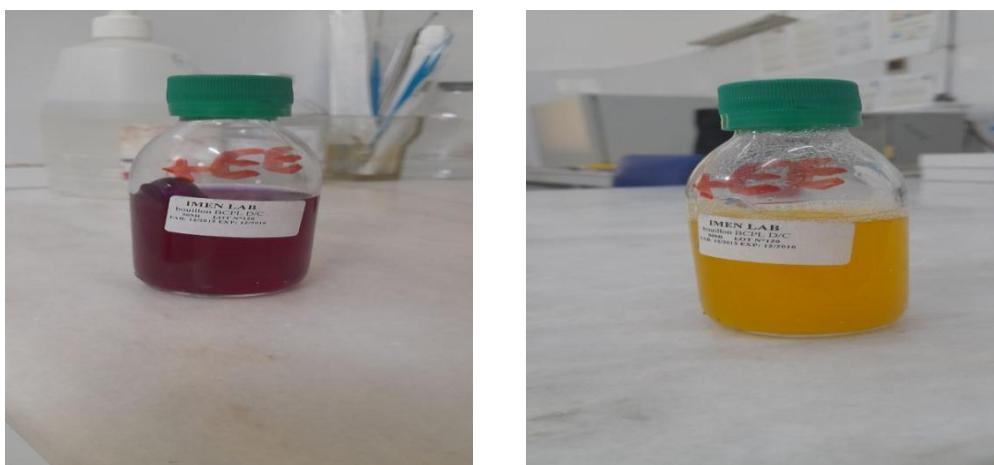
**Figure 27 : pH-mètre (photo originale)**



**Figure 28 : Conductimètre (photo originale)**



**Figure 29 :** kit de mesure de la DCO LCK514 et LCK314 (**Photo originale**)



**Figure 30 :** Test de présomption (Coliformes) (**photo originale**)



**Figure 31 :** Résultat des tests de présomption (STF) (**photo originale**)

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 البليدة 1  
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : Master Académique

Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale

Option : Ecosystèmes Aquatiques

Thème

*Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées épurée (STEP BENI MERED) pour réutilisation en agriculture*

Présenté par :

Soutenu le 09/07/2025

Melle Daoud Amel

Melle Ammar Seraie Nadjoua

Devant les membres du Jury :

Mr HACHOUR K.

MCB/USDB1

President

Mr BOURIACH M.

MCB/USDB1

Examinateur

Mme ELMAHDI I.

MAA/USDB1

Promotrice

Année universitaire 2024/2025