



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de
la Terre et de l'Univers
Filière : Sciences biologique

Référence / 2025

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté et soutenu par :

Soualmia Wissal
Rekibi Nourhane

Le : lundi 02 juin 2025

Suivi spatio-temporel des paramètres physico-chimiques et
bactériologiques des eaux usées de l'Oued Z'mor (Biskra).

Jury :

Ms.Chahrazed Warda Halimi	MAB	UMKB	président
M. GUEMMAZ Fateh	MAA	UMKB	Rapporteur
Ms.Hanane ACHOUR	MCB	UMKB	Examineur

Année universitaire : 2024-2025

Remerciements

*Au nom **d'Allah**, le Tout-**Puissant** et le Tout-**Miséricordieux**, nous Lui exprimons notre profonde gratitude pour la force, la patience et la persévérance qu'Il nous a accordées tout au long de ce travail.*

*Nos remerciements les plus sincères vont à notre encadrant, Monsieur **GUEMMAZ Fateh**, pour son accompagnement, ses conseils avisés, et sa disponibilité constante qui ont été d'un grand soutien dans la réalisation de cette étude.*

*Nous exprimons également notre reconnaissance aux **membres du jury**, Président et Examineur, pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de juger notre travail et pour leurs remarques enrichissantes.*

Nos remerciements s'adressent aussi à tous les enseignants du département de Biologie de l'Université Mohamed Khider – Biskra, qui ont contribué à notre formation avec dévouement et professionnalisme. Enfin, un grand merci à toutes les personnes qui nous ont soutenues

Dédicaces

*Avant tout, je remercie **Allah**. C'est grâce à la force et au courage que **Dieu** m'a donnés que j'ai pu mener à bien ce travail.*

En ce jour où mes efforts prennent la forme d'un diplôme, je tiens à adresser ma profonde reconnaissance à ceux qui ont marqué mon chemin de leur amour, leur soutien et leur lumière.

*À ma chère maman **SAIDA** la douceur de ma vie, mon refuge silencieux... Tes prières ont été mon armure, ton amour mon moteur. Je t'aime maman, ce triomphe est le tien, car tu es la racine de chacune de mes réussites.*

*À mon père **AHMED** adoré L'exemple de la sagesse et de la force tranquille... Ton regard fier, ta présence rassurante, ont nourri mon courage. Je t'aime papa, merci pour ton appui inconditionnel.*

*À ma tante bien-aimée **SAMIA** Tu as été une seconde mère, une confidente, une présence lumineuse dans mon parcours. Ta tendresse et ton attention ont laissé une empreinte précieuse dans mon cœur. Ce diplôme est aussi le tien.*

À ma famille précieuse Pour votre amour constant, votre chaleur, vos encouragements sincères... Merci d'avoir été mon port d'attache dans toutes les tempêtes.

*À ma binôme chère **NOURHANE** Tu as été bien plus qu'une partenaire de travail. Par ta compréhension, ton soutien et ta belle énergie, tu as rendu ce parcours plus agréable. Merci du fond du cœur.*

À mes amis chers À ceux qui ont cru en moi, m'ont motivée, fait rire et relevée... Votre impact est gravé dans mon cœur. Cette réussite est aussi la vôtre.

Et Maintenant... Ce diplôme n'est pas un aboutissement, mais un commencement. Je pars vers l'avenir avec gratitude, confiance, et le souvenir tendre de chacun de vous.

Soualmia Wissal

Dédicaces

*Avant toute chose, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à **Dieu**, Le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires à l'accomplissement de ce modeste travail.*
C'est grâce à Sa lumière que j'ai pu avancer, même dans les moments les plus difficiles.
Je dédie ce travail :

*À mon cher père **TAREK** un modèle de droiture, de sagesse et d'intégrité. Ton soutien inébranlable, ta rigueur et ton amour silencieux ont toujours été pour moi un phare dans la nuit. Ce travail est le fruit de tous tes sacrifices. Que Dieu te protège et te garde en bonne santé, papa.*

*À ma merveilleuse mère **MOUNIA**, mon pilier, mon refuge, celle qui a cru en moi même lorsque moi, je doutais. Sans ton amour, ta tendresse et tes prières, je n'aurais jamais eu la force d'atteindre ce cap. Maman, je t'aime infiniment, et je prie Dieu de t'accorder longue vie,*

*Bonheur et paix. À mes adorables petites sœurs, **NERMINE** et **NADA**, mes rayons de soleil. Vous avez partagé avec moi chaque émotion, chaque larme et chaque sourire tout au long de ce parcours. Votre présence est une bénédiction dans ma vie.*

*À ma précieuse binôme **WISSAL**, pour son soutien moral, sa patience, sa complicité et sa confiance tout au long de ce projet. Merci d'avoir été cette partenaire de cœur et d'esprit.*

À toute ma grande et belle famille, qui m'a toujours entourée d'amour et d'encouragements :

*À mon grand-père **AÏSSA** et ma grand-mère **YASSMINA**, vos prières m'ont portée. À mon oncle **NADIR**, et à mes tantes toujours là pour m'apporter leur aide.*

*À ma chère cousine **ASSALA**, pour sa bienveillance et son soutien. Mes camarades et amies de cœur, **DJOUHAINA**, **ZOULAIFA**, **FERIEL**, **IKRAM**, **MERIEM** et **MALEK**, pour votre écoute, vos sourires, votre gentillesse et votre fidélité. Merci d'avoir été des sœurs de route, dans les bons comme dans les mauvais jours.*

Et enfin, à toutes les personnes que j'aime et qui m'aiment

Rekibi Nourhane

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Table des matières

Listes des tableauxI

Listes de figures.....II

Listes de abréviations.....IV

Introduction 1

Chapitre 1 : Généralités sur les eaux usées

1.1 Définition des eaux usées.....5

1 2. Origine des eaux usées5

1.2.1. Les eaux usées domestiques.....5

1.2.2. Les eaux usées industrielles5

1.2.3. Les eaux agricoles.....6

1.2.4. Les eaux pluviales.....6

1.3. Caractéristiques des eaux usées.....6

1.3.1. Paramètres organoleptiques..... 6

1.3.1.1 La couleur et L'odeur.....6

1.3.1.2. La turbidité.....7

1.3.2 Paramètres physiques..... 7

1.3.2.1. La température..... 7

1.3.2.2. Les matières en suspension (MES)..... 7

1.3.3. Paramètres chimiques..... 8

1.3.3.1. Le potentiel d'hydrogène..... 8

1.3.3.2. La demande biochimique en oxygène (DBO)..... 8

1.3.3.3. La demande chimique en oxygène (DCO)..... 8

1.3.3.4. L'oxygène dissous 9

1.3.3.5. La conductivité électrique (EC)9

1.3.3.6. L'azote9

1.3.3.7. Les nitrites (NO₂⁻)9

1.3.3.8. Les nitrates (NO ₃ -)	9
1.3.3.9. L'azote ammoniacal.....	10
1.3.3.10. Le phosphore.....	10
1.3.4. Paramètres bactériologiques.....	10
1.3.4.1. Les Coliformes	11
1.3.4.1.1. Coliformes totaux	11
1.3.4.1.2. Coliformes fécaux	11
1.3.4.2. Les Streptocoques fécaux et Entérobactéries.....	12
1.3.4.2.1. Streptocoques fécaux	12
1.3.4.2.2. Escherichia coli	12
1.3.4.3. Clostridium sulfate-réductrice	12

Chapitre 2 : Matériel et méthode

2.1. Présentation de la wilaya de Biskra	16
2.1.1. Situation géographique	16
2.1.2. Caractéristiques climatiques	17
2.2. Présentation du site étudié	19
2.2.1. Oued Z'mour	19
2.3. Échantillonnage de l'eau	19
2.4. Matériels et méthodes d'analyse	20
2.4.1. Analyse des paramètres physico-chimiques.....	20
2.4.2. Analyse des paramètres bactériologiques.....	25

Chapitre 3 : Résultats et discussion

3.1. Paramétrer physico chimiques.....	31
--	----

3.1.1. Le potentiel d'Hydrogène (pH)	31
3.1.2. Température.....	32
3.1.3. Conductivité électrique.....	33
3.1.4. Turbidité.....	33
3.1.5. Ortho phosphate.....	34
3.1.6. Oxygène dissous.....	35
3.1.7. Matière en suspension.....	36
3.1.8. Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO5).....	37
3.1.9. Demande chimique en oxygène (DCO).....	38
3.1.10. Nitrite NO ₂ -	39
3.1.11. Nitrate NO ₃ -.....	40
3.1.12. Ammonium (NH ₄ ⁺).....	41
3.2. Paramètres bactériologiques.....	42
3.2.1. Les coliformes fécaux.....	42
3.2.2. Escherichia coli.....	43
3.2.3. Streptocoques fécaux.....	44
3.2.4. Clostridium sulfo réducteur.....	45
3.3. Discussion	46
Conclusion.....	51
Bibliographie.....	53
Annexes.....	54
Résumés	

Listes des tableaux

Tableau 1 : Températures moyennes, des minimales, des maximale de la région de Biskra durant la période 2012-2021(source : anonyme).....	17
Tableau 2 : Valeurs des précipitations mensuelles caractérisant en (mm) durant la période 2012-2021 pour la région Bisktra. (Source : anonyme).....	18
Tableau 3. Humidité relative de l'air (%) durant 2012-2021 dans la région Biskra (Source : anonyme).....	18
Tableau 4. Mesure des paramètres physico-chimiques.....	21
Tableau 5. Résultats des paramètres physico chimiques et bactériologiques des eaux usées de Oued Z'mour.....	30

Listes des figures

Figure 1. Coliformes totaux.....	11
Figure 2. Les coliformes fécaux.....	11
Figure 3. Escherichia coli.....	12
Figure 4. Localisation de la ville de Biskra.....	16
Figure 5. Les rejets de Oued Z'mour.....	20
Figure 6. le pH-mètre.....	22
Figure 7. Le conductimètre.....	23
Figure 8. L'oxymètre.....	23
Figure 9. Le turbidimètre.....	24
Figure 10. Organigramme de la recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans EUB.....	26
Figure 11. Organigramme de la recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux dans EUB.....	27
Figure 12. Organigramme de la recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfito-réducteurs dans EUB.....	28
Figure 13. Les valeurs de PH au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	31
Figure 14. Les valeurs de La Température au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	32
Figure 15. Les valeurs de La conductivité électrique au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	33
Figure 16. Les valeurs de la turbidité au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	34
Figure 17. Les valeurs de L'Orthophosphate au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	34
Figure 18. Les valeurs de L'oxygène dissous au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	35
Figure 19. Les valeurs de La Matières en suspensions au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	36
Figure 20. Les valeurs de La DBO5 au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	37

Figure 21. Les valeurs de La DCO au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	38
Figure 22. Les valeurs de La NO ₂ ⁻ au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	39
Figure 23. Les valeurs de La NO ₃ ⁻ au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	40
Figure 24. Les valeurs de LaNH ₄ ⁺ au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	41
Figure 25. Les valeurs de La coliforme fécaux au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	42
Figure 26. Les valeurs de E. coli au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	43
Figure 27. Les valeurs de streptocoques fécaux au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	44
Figure 28. Les valeurs de Clostridium sulfo-réducteur au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.....	45

Listes des abréviations

CE :	Conductivité électrique
CF :	Coliformes fécaux
CT :	Coliformes totaux
SF :	Streptocoque fécaux
DBO5 :	Demande biologique en oxygène
DCO :	Demande chimique en oxygène
E. coli :	Escherichia coli
JORA :	Journal Officiel de la République Algérienne
MES :	Matières en suspension
N:	Azote
NH4+:	Ammonium
NO2-:	Nitrites
NO3- :	Nitrates
NTU:	Nephelometric Turbidity Unit
NPP :	Nombre le plus probable
UFC :	Unités formant colonie
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
P :	Phosphore
PH :	Potentiel hydrogène
PO43- :	Ortho phosphates
T :	Température

Introduction Générale

Introduction Générale

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

L'eau est une ressource rare et précieuse, notamment dans les régions chaudes et arides, Dans Ces régions, les eaux souterraines jouent un rôle crucial pour les pays en développement, car elles Constituent souvent la seule source d'eau potable et d'eau d'irrigation. Cette eau est donc vitale Pour le développement socio-économique de ces régions. Cependant, cette eau est fortement Exposée à altération et sérieusement menacée par différentes activités humaines **(Guemmaz, 2019)**. Nous savons que dans ces régions, l'eau a tendance à s'évaporer rapidement lors des Périodes chaudes. Ceci se traduit par un déficit en eau, aussi bien pour l'homme, que pour le bétail ou bien pour l'agriculture.

Suite à l'expansion démographique, industrielle et agricole significative observée ces dernières années dans la wilaya de Biskra, une augmentation substantielle de la demande en eau et du volume des rejets d'eaux usées dans les systèmes oueds locaux s'est manifestée. Afin d'atténuer le déficit hydrique croissant, la valorisation de cette ressource par le biais de technologies d'épuration des eaux usées apparaît comme une stratégie incontournable. Dans ce contexte, la préservation de l'intégrité écologique de ces oueds, notamment par la prévention de la contamination par les déchets fécaux et industriels, constitue un impératif environnemental et de santé publique de première importance.

Les eaux usées constituent des effluents complexes, souvent chargés en contaminants organiques, inorganiques et microbiologiques. Leur caractérisation analytique préalable est une étape cruciale pour orienter efficacement les procédés de traitement et assurer une épuration optimale. Cette analyse permet d'identifier les composés indésirables, potentiellement toxiques ou nuisibles pour l'environnement et la santé humaine. La qualité des eaux usées est généralement évaluée à travers des indicateurs physico-chimiques et biologiques tels que la température, le pH, la demande biologique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), la teneur en matières en suspension (MES), les nutriments (azote, phosphore), ainsi que la présence éventuelle de métaux lourds ou de micropolluants émergents.

Introduction Générale

L'Objectif principal de cette étude est de surveiller l'évolution des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées de la ville de Biskra, précisément au niveau de l'Oued Z'mour. Cette analyse vise à évaluer la qualité de ces effluents en le comparant aux normes réglementaires fixées par le Journal Officiel de la République Algérienne (**JORA, 2012**). Ainsi que celles établies par l'Organisation Mondiale de la Santé (**OMS**).

Ce mémoire est structuré en trois chapitres. Le premier chapitre regroupe les généralités sur les eaux usées ainsi que les paramètres physico-chimiques et bactériologiques permettant leur caractérisation. Le deuxième chapitre présente le matériel utilisé et les méthodes expérimentales adoptées pour mener à bien cette étude. Enfin, le troisième chapitre expose et discute les résultats obtenus à partir des analyses réalisées, avant de conclure par une synthèse des principaux résultats et des perspectives éventuelles.

Partie Théorique

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

1.1. Définition des eaux usées

Les eaux usées sont un mélange hétérogène de substances minérales organiques et toxiques, dans lequel des substances étrangères pénètrent et perdent leurs propriétés chimiques, physiques et biologiques, ce qui les rend impropres à l'utilisation par les humains, les Animaux et même les plantes. C'est un déchet liquide produit par une personne pour ses activités domestiques, agricoles et industrielles, et pour cela il doit se rendre à la station d'épuration pour le traiter. **(Tabib Fadila, 2020)**

1.2. Origine des eaux usées

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue quatre catégories D'eaux usées :

1.2.1. Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques sont le résultat de l'utilisation quotidienne de l'eau dans les foyers, comprenant les déchets humains, les eaux usées de cuisine contenant des détergents et des graisses (connues sous le nom d'eaux grises), ainsi que les eaux de toilette contenant des matières organiques et des germes fécaux (appelées eaux noires) . **(Boukhari, 2020)**

1.2.2. Les eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles proviennent généralement des usines, elles sont caractérisées par une grande diversité suivant l'utilisation de l'eau. Tous les produits ou sous-produit de l'activité humaine se trouvent concentrés dans l'eau. La composition des eaux usées industrielles varie selon la nature des rejets.

D'après **(Loumi et Yefsah, 2010)**, les eaux usées industrielles renferment les pollutions spécifiques suivantes :

- Matières radioactives (centres nucléaires ; traitement des déchets radioactifs...).
- Sels métalliques (traitement de surface ; métallurgie...).
- Matières organiques et graisses (industries agroalimentaires...)
- Acides ; bases ; produits chimiques divers (industries chimiques ; tanneries...).

- Eaux chaudes (circuit de refroidissement des centrales thermiques...).

1.2.3. Les eaux agricoles

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement de fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation). Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,...). (Daffri,, 2017)

1.2.4. Les eaux pluviales

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toute sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des déchets végétaux, etc... et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...) (HAMICHE Lydia, 2013)

1.3. Paramètres caractéristiques des eaux usées

Caractéristique des eaux usées Les eaux usées comprennent des substances organiques, des nutriments (azote, phosphore) et des micropolluants tels que les produits chimiques. Elles ont une teneur élevée en matières en suspension et un taux élevé de DBO5 (énergie biologique requise en oxygène). Il est essentiel de traiter ces substances afin d'éviter la pollution des écosystèmes aquatiques. (Mara D. D, etHoran N. J, , 2003)

1.3.1. Paramètres organoleptiques

1.3.1.1. La couleur odeur

La présence de matières organiques dissoutes ou colloïdales dans les eaux usées brutes est responsable de la couleur, causée par des composés chimiques solubles qui possèdent une teinte. Quant à l'odeur, elle est le résultat de la fermentation des matières organiques (Omira, 2014)

1.3.1.2. La turbidité

La turbidité d'un liquide est en inverse proportion avec sa transparence, étant un indicateur majeur de la présence de matières organiques ou minérales en suspension, telles que les particules colloïdales, dans les eaux usées. Son niveau fluctue selon les différentes matières en suspension présentes dans l'eau (**Saadi et Lahmar, 2018**)

1.3.2. Paramètres physiques

Les paramètres physiques se rapportent aux paramètres dont l'objet est la mesure d'une caractéristique physique de l'eau comme (**Rodier et al., 2016**)

1.3.2.1. La température

Elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (**Rodier, J et al., 2009**), La température est considérée aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau (**Derwich, 2010**). comme la nitrification et la dénitrification dans les processus bactériens . La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C, par contre elle est fortement diminuée pour des températures comprises entre 12 et 15°C. Les températures inférieures à 5°C sont défavorables à ce phénomène. Plusieurs paramètres dépendent de la température de l'eau comme le pH et (Bakiri, 2018)l'oxygène dissous (**Johnson, 2015**)

1.3.2.2. Les matières en suspension (MES)

Également appelées MES, regroupent toutes les substances minérales ou organiques qui Ne se dissolvent pas dans l'eau. Elles englobent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de petite taille, le plancton et autres micro-organismes présents dans l'eau. La plupart de ces matières sont biodégradables. Les micro-organismes se fixent généralement à leur surface et sont ainsi « transportés » par les MES. Elles altèrent également l'apparence de l'eau, lui donnant un aspect trouble, un goût désagréable et une mauvaise odeur. Néanmoins, elles peuvent présenter un intérêt pour l'irrigation des cultures. (**Baumont, 2014**)

1.3.3. Paramètres chimiques

Les propriétés chimiques permettent d'identifier une substance pure à l'aide d'une réaction chimique qui changera la nature de la substance. **(Rodier et al., 2016)**

1.3.3.1. Le potentiel d'hydrogène

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau en évaluant la concentration en ions d'hydrogène (H^+). L'échelle du pH va généralement de 0 (très acide) à 14 (très alcalin), avec 7 considéré comme neutre à 25°C. Dans la nature, le pH de l'eau peut varier de 4 à 10 en fonction de la composition des sols traversés, ce qui peut avoir des conséquences sur la présence de métaux toxiques ou d'ammoniac, nocif pour les poissons **(Boumalek, 2020)**.

1.3.3.2. La demande biochimique en oxygène (DBO)

Le DBO est un indicateur mesurant la quantité d'oxygène dissoute consommée par les microorganismes pour dégrader la matière organique biodégradable présente dans les eaux usées sur une période définie, généralement cinq jours, à une température donnée, habituellement 20°C, et dans l'obscurité. Cette mesure est essentielle pour évaluer le degré de pollution et la qualité des eaux, car elle permet d'estimer la capacité des eaux à soutenir l'activité biologique des microorganismes **(Pasquini, 2013)**.

- Différence entre DCO et DBO La différence entre la DCO et la DBO est due aux substances qui ne peuvent pas être décomposées biologiquement. Le rapport entre la DBO et la DCO constitue une mesure indicative de la dégradabilité biochimique des composés présents dans l'eau. . Lorsque des composés toxiques sont présents, l'activité biologique est ralentie et, de ce fait, la quantité d'oxygène consommée après 5 jours est moindre. Ceci se traduit également par un rapport DCO/DBO élevé. La DBO et la DCO se mesurent en mg d'O₂ par litre, conformément à ce qu'ont dit **(Devillers, 2005)** .

1.3.3.3. La demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO, ou Demande Chimique en Oxygène (exprimée en mg/L), indique la quantité d'oxygène requise pour oxyder par voie chimique toutes les substances oxydables, principalement les matières organiques, présentes dans un effluent. **(Bakiri, 2018)**.

1.3.3.4. L'oxygène dissous

L'oxygène dissous dans l'eau usée est un indicateur important de la qualité de l'eau. Sa présence dans l'eau usée non traitée indique sa fraîcheur, tandis que sa présence dans l'eau usée traitée témoigne du succès du processus d'oxydation. En général, la présence d'oxygène dissous est bénéfique car elle permet d'éviter les mauvaises odeurs (**Labbaci, 2019**).

1.3.3.5. La conductivité électrique (EC)

La conductivité électrique d'une solution aqueuse est la capacité de cette solution à permettre le passage du courant électrique. Elle est principalement influencée par la présence de sels dissous, ce qui permet d'estimer la concentration minérale de l'eau. Mesurer la conductivité est donc un moyen utile d'évaluer la salinité de l'eau. Une valeur de conductivité supérieure à 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indique une forte minéralisation, ce qui peut affecter la croissance des microorganismes et réduire l'efficacité du traitement des eaux usées (**Tabet, 2014**).

1.3.3.6. L'azote

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total, selon (**Rodier, 2005**).

1.3.3.7. Les nitrites (NO_2^-)

Les ions nitrites sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH_4^+) et les ions nitrates (NO_3^-). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitrification. Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification. Elles constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations, et la toxicité augmente avec la température, selon **Rodier, (2005)**

1.3.3.8. Les nitrates (NO_3^-)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitrifiantes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas

toxiques ; mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates, selon **(Rodier, J et al., 2009)**.

1.3.3.9. L'azote ammoniacal

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniaque qui correspond aux formes ionisées (NH_4^+) et non ionisées (NH_3) de cette forme d'azote. L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac (NH_3) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH_4^+). Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes :



1.3.3.10. Le phosphore

Les matières phosphorées sont des matières organiques et minérales possédant des atomes de phosphore. Elles ont deux origines principales, à peu près équivalentes : Le métabolisme humain, et les détergents. Dans les eaux usées, le phosphore se trouve soit sous forme minérale d'ions orthophosphate isolés, soit sous forme d'ions phosphate condensé entre eux (poly-phosphates), soit sous forme organique de groupements phosphate liés aux molécules organiques. C'est l'un des facteurs limitant de la croissance végétale et son rejet dans le milieu récepteur favorise le phénomène de l'eutrophisation, comme stipulé par **(Rejsek, 2002)**.

1.3.4. Paramètres bactériologiques

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 10¹² bactérie/g. La majorité de ces bactéries ne sont pas pathogènes. Cependant, chez un hôte infecté, le nombre de bactéries pathogènes peut être très important. Les eaux usées contiennent en moyenne 10⁷ à 10⁸ bactérie/l. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de 10⁴ bactéries. **(Djeddi, 2007)**.

1.3.4.1. Les Coliformes

1.3.4.1.1. Coliformes totaux

Ils sont définis comme des bactéries non sporulées aérobies et anaérobies facultatifs qui appartiennent à la famille des Entérobactéries et comprennent *Escherichia coli* (*E. coli*) ainsi que divers membres de la génération des nitrobactéries. (Amenu, 2013).

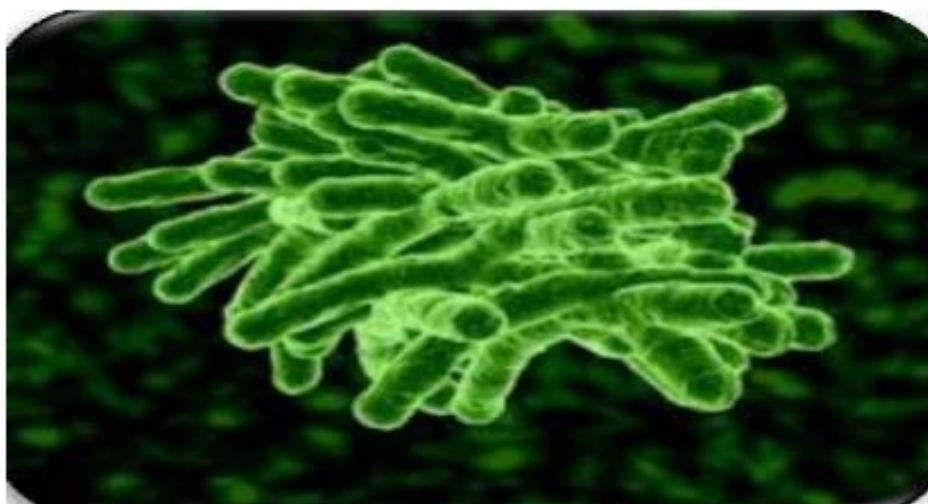


Figure 1 : Coliformes totaux (Snoussi, 2018).

1.3.4.1.2. Coliformes fécaux (OMS, 2004)

Les coliformes fécaux sont appelés aussi les coliformes thermotolérants (*Escherichia. Coli*). Ce sont des coliformes qui fermentent le lactose à 44 °C pendant 24 heures. Le germe *Escherichia coli* est le type de coliformes fécaux d'habitat fécal exclusif ; sa recherche est donc extrêmement importante. (Rodier, 2005)



Figure 2. Les coliformes fécaux (Snoussi, 2018)

1.3.4.2. Les Streptocoques fécaux et Entérobactéries

1.3.4.2.1. Streptocoques fécaux

Les *streptocoques fécaux* sont un sous-groupe des streptocoques, en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution. L'identification de *streptocoques fécaux* donnera une confirmation importante du caractère fécal de pollution, et ce selon (OMS, 2004).

1.3.4.2.2. Escherichia coli

E. coli est indicateur principal de la contamination fécale, par inférence, sa présence indique la probabilité que des pathogènes fécaux d'origine hydrique aient pénétré dans l'eau. Un nombre important de défaillances de la qualité de l'eau est dû à la détection d'*E. Coli* au dessus des normes de régulation. (Abberton, 2016). *Escherichia coli* ou « colibacille » est l'hôte normal de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. (Delarras, 2014)



Figure 3. Escherichia coli

1.3.4.3. Clostridiums sulfate-réductrices

Le genre *clostridium* est un genre bactérien regroupant des bacilles gram positif anaérobies souvent sporulés anaérobies stricts pour la plupart, mobiles en général par l'intermédiaire de flagelles péritriches (Annie C et Françoise P, 2001).

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

Les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont des germes capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent donc un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (**Hamed M., 2013**).

Partie expérimentale

Chapitre 2 : Matériel Et Méthode

2.1. Présentation de la wilaya de Biskra

2.1.1. Situation géographique

La ville de Biskra se situe au sud - est de l'Algérie, plus exactement au pied sud de la chaîne montagneuse de l'Atlas saharien, qui constitue la limite entre le nord et le sud de l'Algérie, elle occupe une superficie de 21.671 Km² et a une population de 73 k habitants avec une densité de 34 habitants/km². , son altitude est de 128 mètre par rapport au niveau de la mer. Elle est caractérisée par un climat saharien, agréable en hiver, et chaud et sec en été. La wilaya de Biskra est limitée au Nord par la wilaya de Batna et M'Sila, au Sud par la wilaya de Ouargla et El-Oued, à l'Est par la wilaya de Khenchela et à l'Ouest par la wilaya de Djelfa. Elle est traversée par l'oued "Sidi Zarzour" qui descend des Aurès et qui va jusqu'à Chott Melrir au sud est de la wilaya. **(Guemmaz, 2019)**

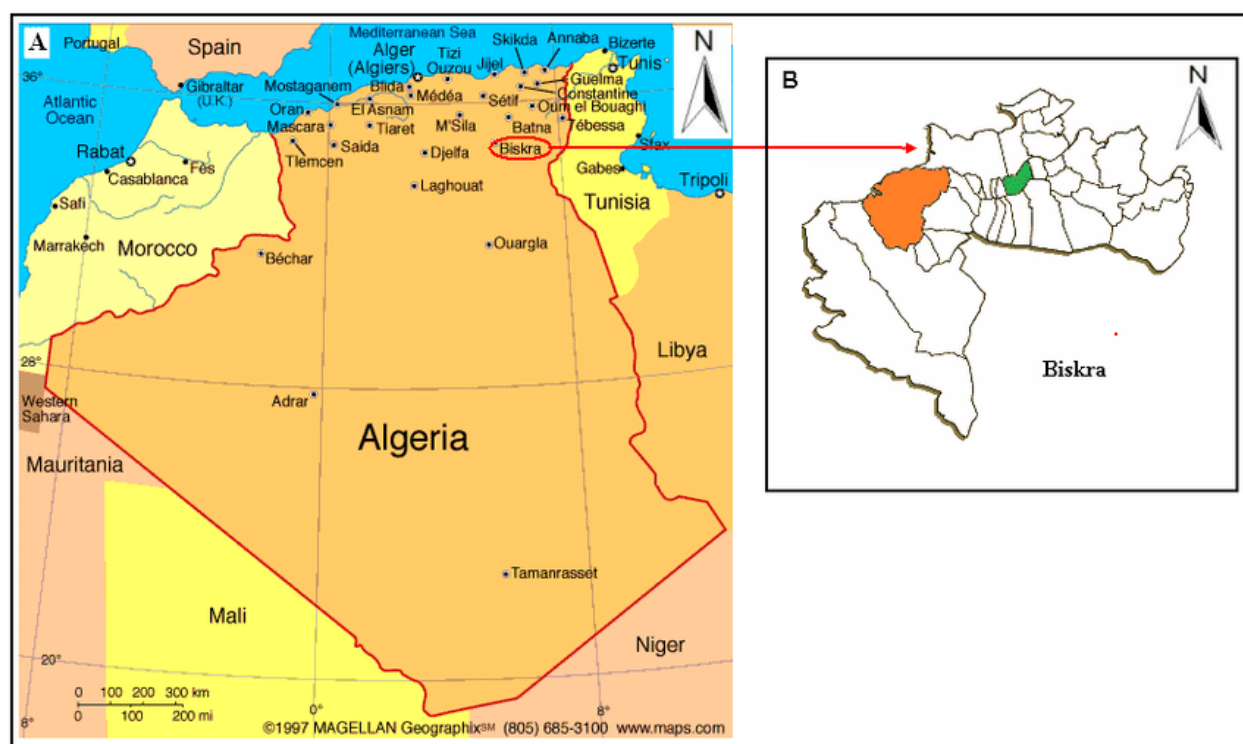


Figure 4. Localisation de la ville de Biskra

2.1.2.Caractéristiques climatiques

2.1.2.1. Température

La température est l'un des facteurs limitant les plus importants car elle contrôle tous les phénomènes métaboliques et détermine donc la répartition de toutes les espèces et de tous les biomes dans la biosphère (Ramade., 2002).

Nous avons noté dans le tableau 1 les résultats des températures moyennes, minimales, et maximales de la région de Biskra durant la période 2012-2021

Tableau 1. Températures moyennes, des minimales, des maximale de la région de Biskra durant la période 2012-2021.

	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
T _{min} °C	7.24	8.57	11.49	16.08	20.11	26	28.52	28.05	24.03	17.54	12.2	8.06
T _{max} °C	17.98	19.61	23.13	2.798	32.78	38.24	41.42	40.36	35.44	29.61	22.59	18.65
T _{moy} °C	12.46	13.82	17.46	22.17	26.77	32.89	29.24	33.78	29.84	23.48	17.25	13.09

T_{max} : la moyenne mensuelle des températures maxima en (°C).

T_{min} : la moyenne mensuelle des températures minima en (°C).

T_{moy} : la moyenne mensuelle des températures en (°C).

D'après le Tableau 01, il apparaît que la région enregistre sa température minimale la plus basse durant le mois de janvier (7,24 °C), considéré comme le mois le plus froid. Cette température augmente progressivement pour atteindre un maximum de 41,42 °C au mois de juillet. La température moyenne mensuelle varie quant à elle entre 12,46 °C en janvier et 33,78 °C en août. Sur la période allant de 2012 à 2021, janvier reste le mois le plus froid avec une température moyenne de 12,64 °C, tandis qu'août est le mois le plus chaud, avec une moyenne de 33,78 °C.

2.1.2.2. Précipitation :

La précipitation constitue un facteur écologique crucial, non seulement pour le fonctionnement et la distribution des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes lacustres, comme les mares et lacs temporaires, les lagunes saumâtres qui connaissent des périodes de sécheresse (Ramade., 2002)

Les valeurs des précipitations mensuelles caractérisant la région d'étude enregistrées durant la période allant de 2012 à 2021 sont indiquées dans le tableau 02.

Tableau 2 : Valeurs des précipitations mensuelles caractérisant en (mm) durant la période 2012-2021 pour la région Biskra.

	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
P (mm)	80.94	34.04	112	161.02	109.21	51.3	2.79	178.58	151.13	204.71	63.81	38.59

Selon le Tableau 2, les précipitations ont atteint leur maximum en octobre avec 204,71 mm, tandis que le minimum a été enregistré en juillet avec seulement 2,79 mm

2.1.2.3. L'humidité relative

C'est le rapport entre la teneur en vapeur d'eau de l'air et la masse théorique de vapeur d'eau que peut contenir l'atmosphère lorsqu'elle est saturée, compte tenu Température et pression atmosphérique existantes (Ramade., 2002) .

Tableau 3. Humidité relative de l'air (%) durant 2012-2021 dans la région Biskra .

	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
H%	52.56	41.58	41.02	38.62	33.29	27.14	25.16	29.25	39.52	43.67	51.78	56.25

Selon le Tableau 03, les taux d'humidité les plus élevés ont été enregistrés durant les mois de novembre, décembre et janvier pour la période 2012-2021, avec des valeurs respectives de 51,78 %, 56,25 % et 52,56 %. En revanche, le mois le plus sec est juillet, avec un taux de 25,16 %. De manière générale, la région de Biskra se caractérise par une faible humidité de l'air, avec une moyenne annuelle de 51,98 % au cours de cette période.

2.1.2.4. L'évaporation moyenne mensuelle :

L'évaporation est la principale cause de pertes d'eau sur de nombreux sols cultivés, en particulier dans les régions arides et semi-arides (UNGER PW., 1989).

2.2. Présentation du site étudié

2.2.1. Oued Z'mour :

Situé à l'ouest de la ville de Biskra, il traverse les montagnes d'El-Corab à un endroit appelé Foum Mawya. Il est alimenté le long de son cours par les oueds de Hammam, Hassi Mabrouk, El Tera, et Leham. Il est caractérisé par des conduits de décharge d'un diamètre de 1,5 m et d'une pente de 1,5 %. Il collecte les eaux usées du secteur ouest de la ville de Biskra, qui comprend la zone industrielle, le centre de formation, et la cité des 726 logements.

2.3. Échantillonnage de l'eau

Les principaux aspects dont il faut tenir compte pour obtenir un échantillon d'eau représentatif sont les suivants :

- Le choix convenable du point d'échantillonnage.
- Le strict respect des procédures d'échantillonnage.
- Le transport direct de l'échantillon.



Figure 5 : Les rejets de Oued Z'mour

L'échantillonnage des eaux usées de la ville de Biskra a été réalisé mensuellement de janvier à juin 2025 au niveau du site de rejet d'Oued Z'mour, dans le cadre d'une étude physico-chimique et bactériologique. Les échantillons ont été prélevés dans des flacons en verre coloré, stériles, afin de prévenir toute exposition à la lumière. Pour assurer leur conservation, une solution de formol à 10 % a été ajoutée à raison de 2 ml par litre d'échantillon. Les flacons ont ensuite été placés dans une glacière à une température de 4 °C et immédiatement transportés au laboratoire en vue de la réalisation des analyses physico-chimiques et microbiologiques.

2.4. Matériels et méthodes d'analyse

Plusieurs séries d'analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées ont été effectuées. Ces analyses, réalisées au niveau de l'ALGÉRIENNE DES EAUX (ADE) DE BISKRA permettront la connaissance de la nature de la charge polluante existante dans l'eau et de sa variation.

2.4.1. Analyse des paramètres physico-chimiques

Matériel et méthodes d'analyses physico-chimiques Les analyses ont porté sur les principaux paramètres susceptibles de caractériser les eaux usées en utilisant des procédures standard

Chapitre 2 : Matériel Et Méthode

d'analyse de l'eau (Rodier et al., 2016). Des échantillons d'eau ont subi les mesures suivantes : température (T), Potentiel hydrogène(pH), conductivité électrique (CE), turbidité, matière solide en suspension (MES), oxygène dissous (OD), demande biochimique en oxygène en sur 5 jours (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO) et les concentrations de nitrite (NO₂), nitrate (NO₃) et azote ammoniacal (NH₃-N). Procédures analytiques de ces paramètres physico-chimiques sont résumées dans le tableau

Tableau 4. Mesure des paramètres physico-chimiques.

Paramètre d'analyse	Description de la méthode	Références
Azote ammoniacal NH ₄	Spectrométrie manuelle $\lambda=425$ n m	ISO 7150\1984
Nitrates NO ₃	Spectrométrie d'absorption moléculaire $\lambda=640$ nm	ISO 6777\1984
Nitrites NO ₂	Spectrométrie au $\lambda=420$ nm	ISO 7890\1986
Ortho phosphate	Spectrométrie à $\lambda=430$ nm	ISO 6378\1983
Matière en suspension	Spectrométrie à $\lambda=810$ nm	NA 6345
Demande biochimique en Oxygène DBO ₅	Dilution et ensemencement	ISO 5815\1989
Demande chimique en Oxygène DCO	Oxydation par excès de KMNO ₄ en milieu sulfurique à ébullition	ISO 6060\1984
Oxygène dissous O ₂	Spectrométrie à $\lambda=535$ nm	NA 1654 ISO 5814\1994
Turbidité	Spectrométrie à $\lambda=450$ nm	ISO 7027\1994 NA 746
Température	Électrode V10	CONSORT 535
pH	Electrode storage bottle KK2 _{SP} 10 B	CONSORT 535

2.4.1.1. Détermination de la Température

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température. De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur

l'origine et l'écoulement de l'eau. Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels (Rodier, 2005).

2.4.1.2. Détermination de PH

Le but de cette analyse est la détermination de l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau. L'appareil utilisé est le pH-mètre. La solution étalon 4 et 7 et 10. On utilise une pissette d'eau déminéralisé.

Procédure : Vérifier le calibrage de l'appareil suivant la procédure ci jointe et puis plonger l'électrode dans la solution a analysé, Lire le pH à température stable, Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserve l'électrode toujours dans une solution électrolyte.



Figure 6. Le pH-mètre

2.4.1.3. Détermination de Conductivité

La conductivité électrique a été déterminée à l'aide d'un conductimètre de type YK- 2001PH, équipé d'un dispositif de correction de la constante (température) permettant ainsi des lectures directes. En effet, un volume de 250 ml a été prélevé à une température ambiante et fait l'objet de la mesure tout en rinçant l'électrode avant toute utilisation.



Figure 7. Le conductimètre

2.4.1.4. Détermination de Matières en suspensions (MES)

La présence des MES dans l'eau provoque sa turbidité. Pour le dosage des MES, nous avons utilisé la méthode par filtration sur disque filtrant de 0.45µm. Le filtre est séché à 105°C puis pesé après refroidissement (**Rodier, 2005**). Le taux des MES exprimé en (mg/l) est donné par l'expression : $MES = (M1 - M0)1000/V$ Où

- V : Le volume en ml d'échantillon utilisé.
- M0 : La masse en mg du disque filtrant avant utilisation.
- M1 : La masse en mg du disque filtrant après utilisation.

2.4.1.5. Détermination de l'oxygène dissous

La mesure de l'oxygène dissous est effectuée à l'aide d'un mesureur O₂, dont la sonde de l'oxymètre est introduite dans un bécher de 600 ml contenant l'échantillon d'eau. Le résultat à marquer est la valeur enregistrée sur l'afficheur de l'appareil après stabilisation.



Figure 8. L'oxymètre.

2.4.1.6. Détermination de la turbidité

La turbidité est un indice de la présence de particules en suspension dans l'eau. Elle est déterminée à l'aide d'un turbidimètre. Cet appareil mesure la lumière dispersée par les particules en suspension avec un angle de 90° par rapport au faisceau de lumière incident ((Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2016).



Figure 9. Le turbidimètre.

2.4.1.7. Détermination de la DBO5

La DBO5 est déterminée par la méthode de dilution et incubée à -20°C et à l'obscurité dans un incubateur de type TS 606/02. La DBO5 est mesurée au bout de 5 jours (=DBO5). Deux échantillons sont nécessaires : le premier sert la mesure de la concentration initiale en O₂, le second à la mesure de la concentration résiduaire en O₂ au bout de 5 jours. La DBO5 est la différence entre ces 2 concentrations (Salama, 2012).

2.4.1.8. Détermination de la DCO

La détermination de la DCO s'effectue par dosage colorimétrique avec le bichromate de potassium.

2.4.1.9. Détermination de Les nitrates, les nitrites, l'ammonium et les ortho phosphates

Les nitrates, les nitrites, l'ammonium et les ortho phosphates sont analysés par des méthodes colorimétriques à l'aide d'un spectrophotomètre UV Visible de type ANACHEM...

2.4.2. Analyse des paramètres bactériologiques

Les analyses bactériologiques des différents échantillons d'eaux usées brutes et épurées ont consisté en un dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale. Les germes recherchés sont :

- Coliformes totaux et fécaux (CT et CF).
- Entérocoques (*Streptocoques fécaux* : SF).
- Spores de *Clostridium* anaérobie sulfite réducteurs (CS-R).

Les méthodes utilisées pour la détermination des indicateurs de pollution fécales sont multiples. Dans le cadre de notre étude les numérations bactériennes ont été réalisées par dénombrement indirecte par la méthode du Nombre le Plus Probable (NPP).

2.4.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes en milieux liquides (Méthode de NPP)

La méthode utilisée est la méthode de détermination du Nombre le Plus Probable (N.P.P) par inoculation de tubes en milieux liquides (fermentation en tubes multiples) (figure 19). Il s'agit d'un ensemencement de plusieurs dilutions de l'échantillon, chacune dans une série de tubes (série de 3), contenant un milieu de culture non véritablement sélectif, mais permettant de mettre en évidence la fermentation du lactose avec production de gaz ; ensuite, repiquer les tubes « positifs » sur un milieu liquide, contenant sels biliaires ou des agents de surface, incubés à 44°C pour les dénombrements de coliformes fécaux, respectivement (**Rodier, 2005**)

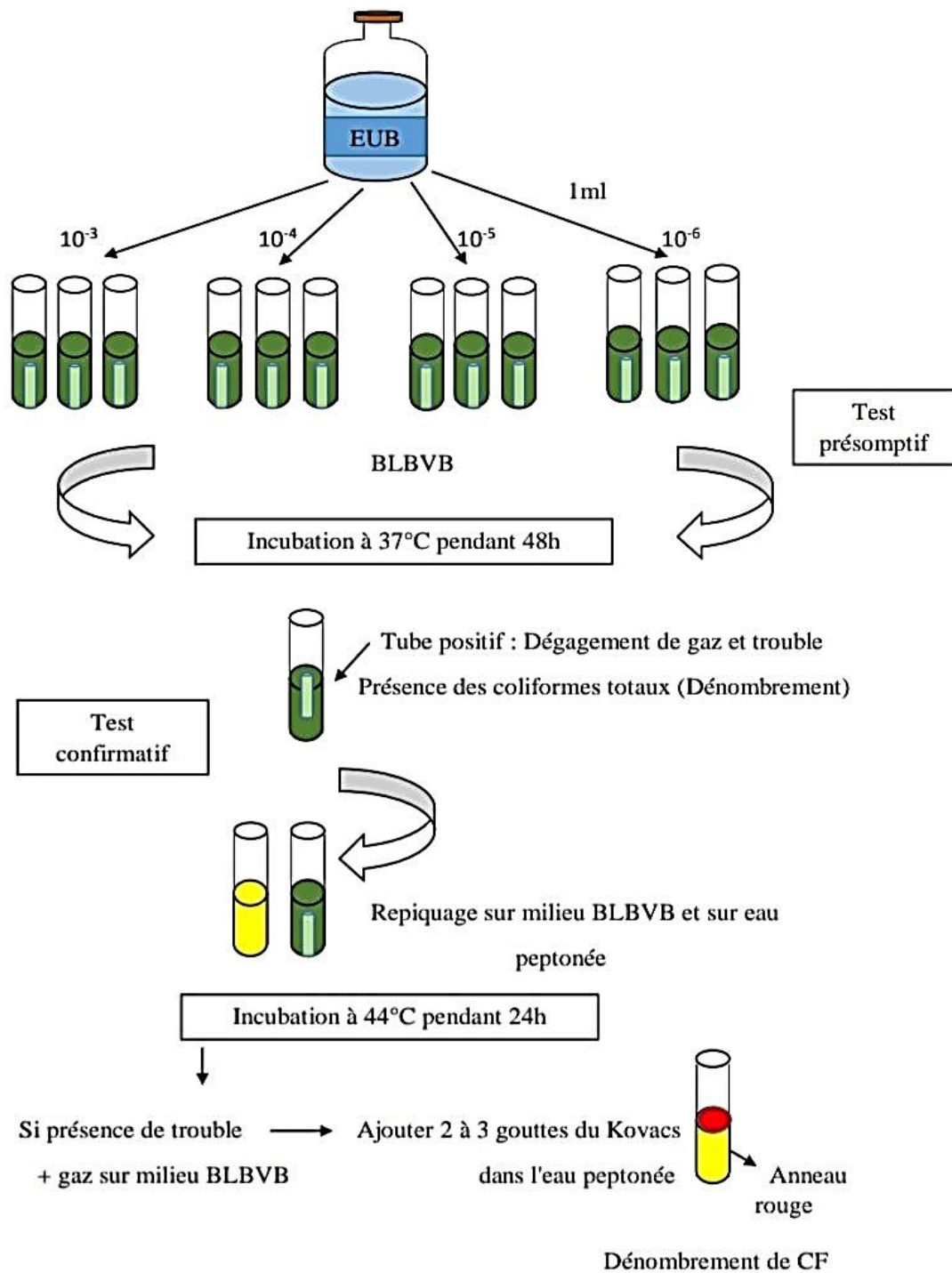


Figure 10 : Organigramme de la recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans EUB

2.4.2.2. Dénombrement des Streptocoques fécaux

Les mêmes dilutions sont effectuées pour le dénombrement des Streptocoques fécaux. Les entérocoques sont dénombrés de manière présomptive sur le milieu de Rothe simple concentration (Rothe S/C) à 37°C pendant 24 h. À partir des tubes de Rothe positifs présentant à la fois : un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu, on effectue une subculture sur milieu Eva Litsky pendant 24h à 37°C (test confirmatif). Une culture positive avec éventuellement l'apparition d'une pastille violette traduit la présence de Streptocoque (Figure11)

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par 100 ml suivant la table de Mac Grady.

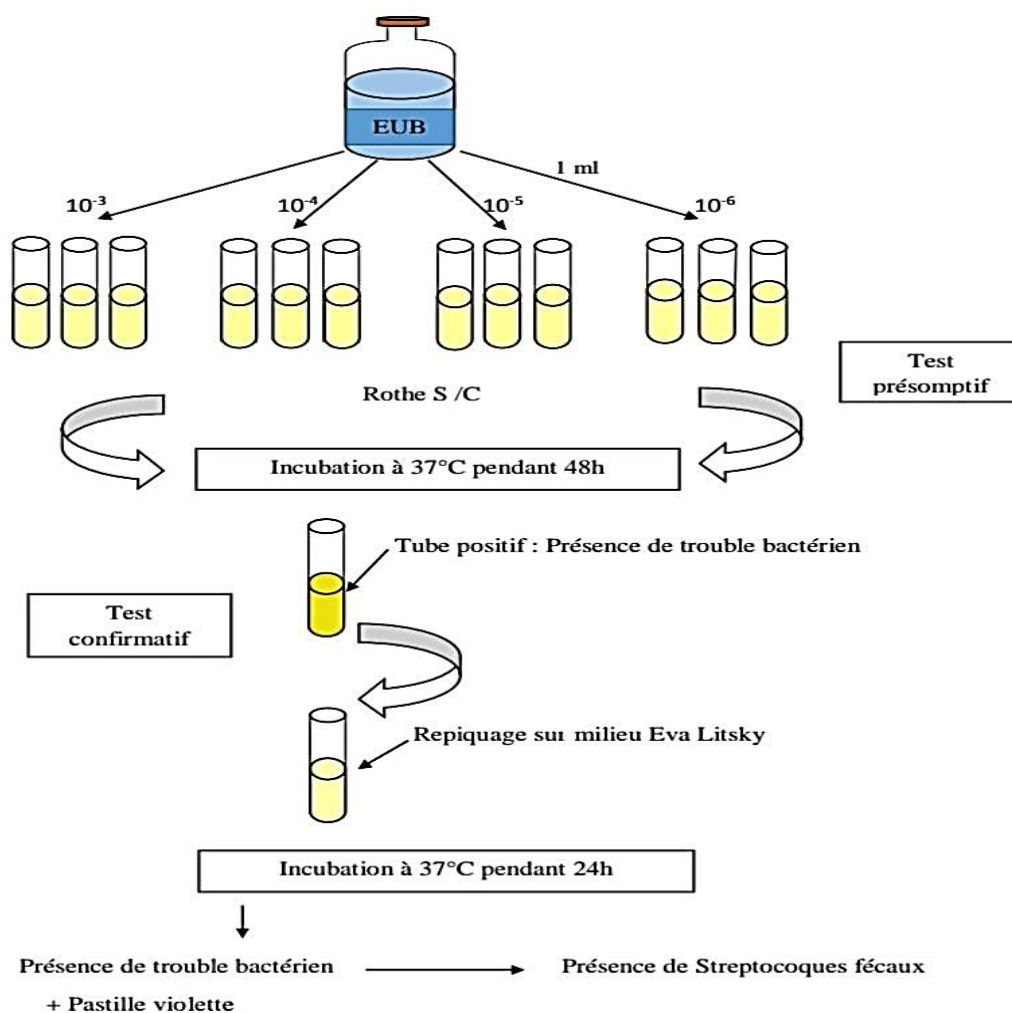


Figure 11 : Organigramme de la recherche et dénombrement des *Streptocoques fécaux* dans EUB.

2.4.2.3. Recherche et dénombrement des *Clostridium* Sulfito-Réducteurs

Nous avons effectué la méthode par incorporation en gélose. Après destruction des formes végétatives par chauffage à 80 °C, l'échantillon est incorporé à un milieu de base fondu, régénéré et additionné de sulfite de sodium et de sel de fer. La composition du milieu est établie pour tenir compte d'un volume déterminé d'eau incorporée. Il a fallu finalement incuber à 37 °C, faire une lecture après 24 heures puis une deuxième après 48 heures (**Rodier, J et al., 2009**)

Mélanger soigneusement en évitant l'introduction de l'air. Laisser solidifier, puis incuber à 37°C Pendant 48 heures avec une première lecture après 16 heures d'incubation.

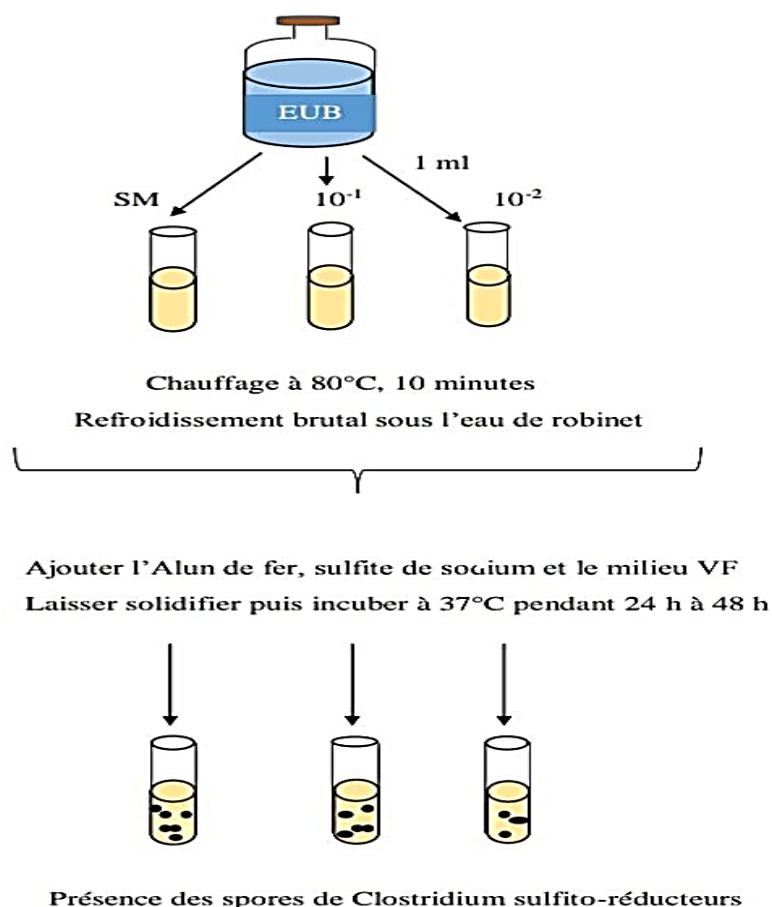


Figure 12 : Organigramme de la recherche et dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs dans EUB.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées de la ville de Biskra (Oued Z'mour) déterminés à partir de prélèvements mensuels effectués entre janvier jusqu'au juin 2024 sont illustrés par le Tableaux

Tableau 5. Résultats de paramètres physico chimiques et bactériologiques des eaux usées de Oued Z'mour.

Period Parameters	Janvier	fevrier	mars	Avril	Mai	Juin	moyenne	ecart type
Ph	7.5	7.01	7.8	7.2	8	7.9	7.57	0.401
Température (°C)	13	15.7	24.2	20	22	26	20.15	5.000
Conductivite (μ S/cm)	2900	2700	4400	2570	1400	7700	3611.67	2220.364
Turbidite (NTU)	170	138	101	87	90	160	124.33	36.500
Orthophosphate (mg/l)	3	1.7	17.8	10.2	21	43.5	16.20	15.436
oxygene dessous (mg/l)	2.5	1.85	3	3.4	3.5	9.8	4.01	2.902
MES (mg/l)	2.05	1.7	0.63	0.3	0.6	0.9	1.03	0.691
DBO5 (mg O ₂ /L)	150	45	90	250	160	145	140.00	69.498
DCO (mg O ₂ /L)	160	90	105	270	180	160	160.83	63.907
NO2 (mg/l)	1.03	0.95	0.09	4.8	0.9	1	1.46	1.673
NO3 (mg/l)	5.01	4.05	0.34	11.12	1.9	2.5	4.15	3.785
NO4 (mg/l)	16	15.08	18.6	17.75	14	16	16.24	1.693
coliforme fecaux (UFC/100ml)	21000	43000	54000	68000	75500	80000	56916.67	22330.286
Ecoli (UFC/100ml)	2800	5400	8300	3600	7600	8900	6100.00	2551.862
strptocoque fecaux (UFC/100ml)	2790	1500	5400	4900	5100	630	3386.67	2039.310
clostridium sulforeducteur (UFC/100ml)	401	390	900	480	540	2600	885.17	860.672

3.1. Paramètres physico-chimiques

3.1.1. Le potentiel d'hydrogène (pH)

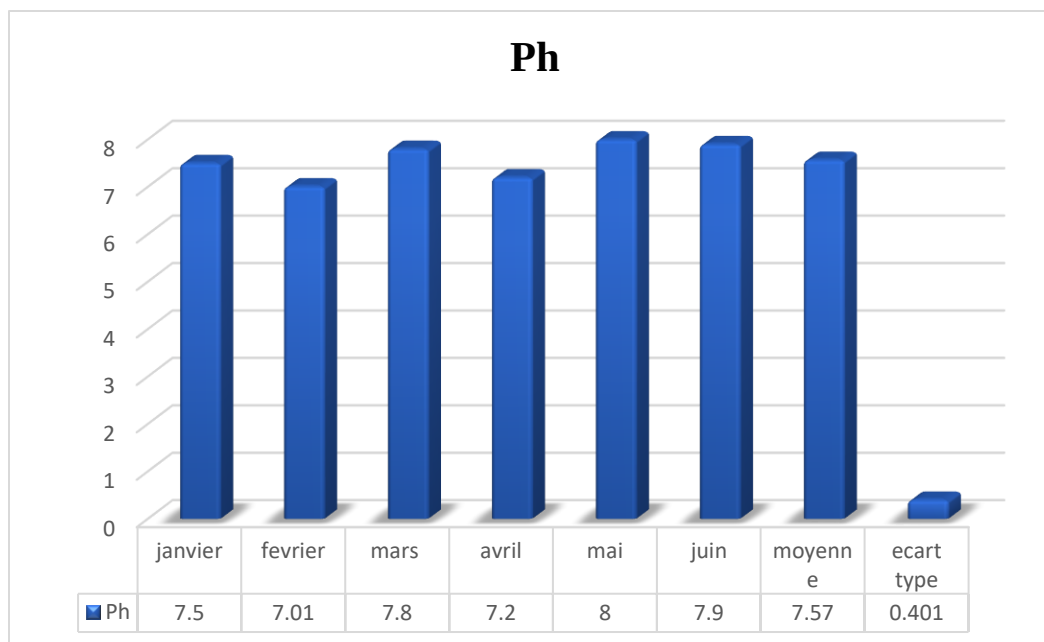


Figure 13. Les valeurs de PH au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

Le pH constitue un paramètre essentiel dans l'interprétation de la corrosion au sein des canalisations des installations d'épuration. D'après les valeurs relevées dans l'oued Z'mour (présentées dans le tableau 5 et la figure 13), le pH de l'eau varie entre 7,01 et 8, avec une valeur moyenne de 7,57 et un écart type de 0,401, indiquant une faible variation autour de cette moyenne. Ces fluctuations traduisent un passage de conditions proches de la neutralité vers des valeurs légèrement acides, pouvant influencer le degré de corrosion des matériaux utilisés dans les réseaux.

3.1.2. La Température

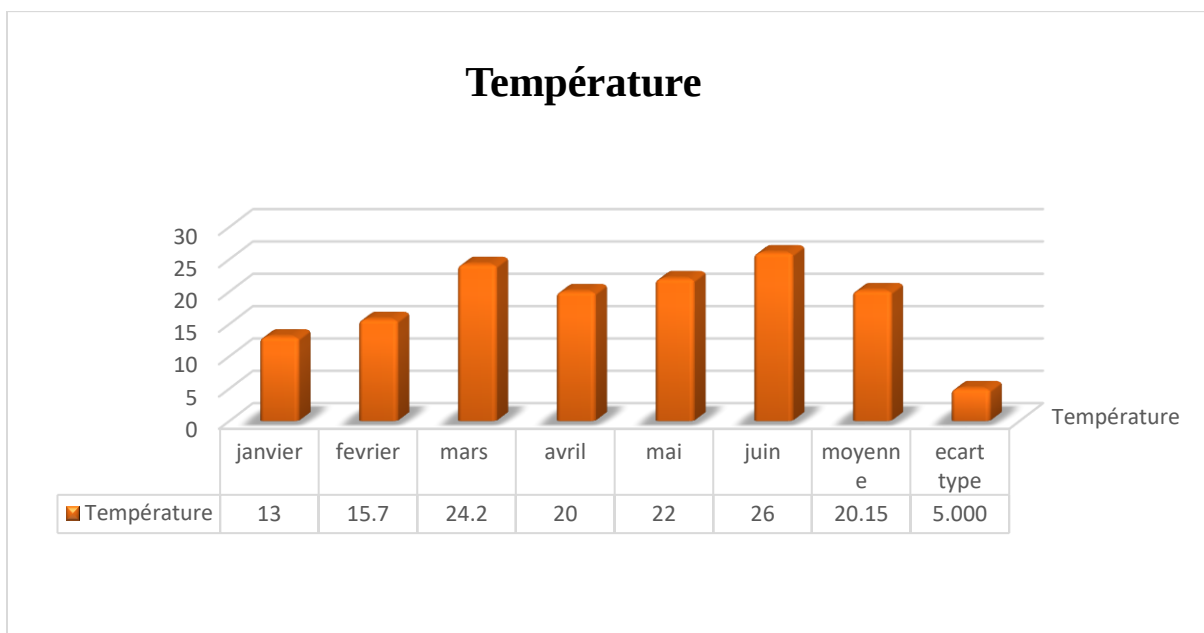


Figure 14. Les valeurs de La Température au niveau de Oued Z'mour durant les six mois

La température des eaux usées de la ville de Biskra (Oued Z'mour) oscille entre 13°C et 26 °C avec 20,15°C comme valeur moyenne. Les températures moyennes enregistrées sont inférieures à 30 °C considérée comme valeur limite de rejet direct dans le milieu récepteur selon le **(JORA, 2012)**.

Les températures les plus basses ont été enregistrées pendant le mois de janvier et les plus élevées au mois de juin.

L'écart type enregistré est de 5,000, ce qui reflète une variation modérée des températures au cours de la période étudiée.

3.1.3. La Conductivité électrique

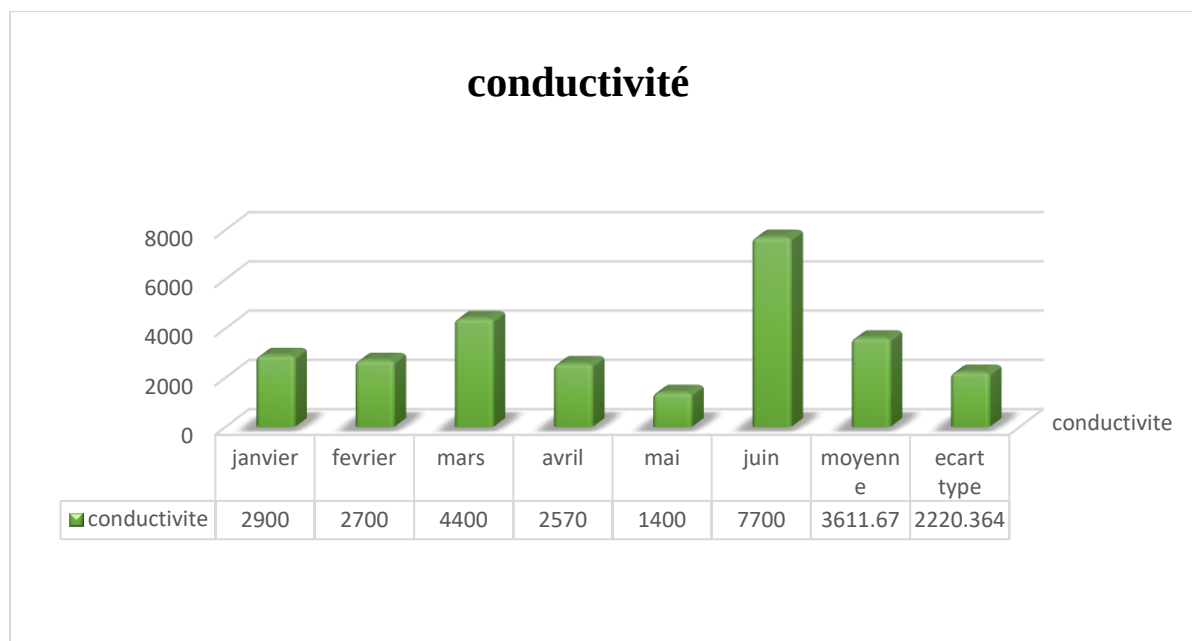


Figure 15. Les valeurs de La conductivité électrique au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

La conductivité électrique permet d'évaluer la qualité des eaux usées en indiquant leur niveau global de minéralisation. Elle fournit également des informations sur le taux de salinité de l'eau.

Dans les eaux usées de Oued Z'mour, les valeurs de la conductivité électrique varient entre 1400 $\mu\text{S/cm}$ comme valeur minimale et 7700 $\mu\text{S/cm}$ comme valeur maximale, avec une moyenne de 3611,67 $\mu\text{S/cm}$ (Tableau 5). Ces valeurs, nettement supérieures à la limite fixée pour les rejets (**WHO, 2011**), indiquent un fort niveau de minéralisation. Par ailleurs, l'écart type de 2220,3 $\mu\text{S/cm}$ témoigne d'une hétérogénéité marquée dans la minéralisation des eaux usées au cours de la période considérée.

3.1.4. La turbidité

La turbidité des échantillons d'eau prélevés dans l'oued Z'mour varie entre 87 NTU et 170 NTU, avec une moyenne de 124,33 NTU et un écart type de 36,50 NTU (voir tableau5). Ces valeurs traduisent une charge importante en matières en suspension.

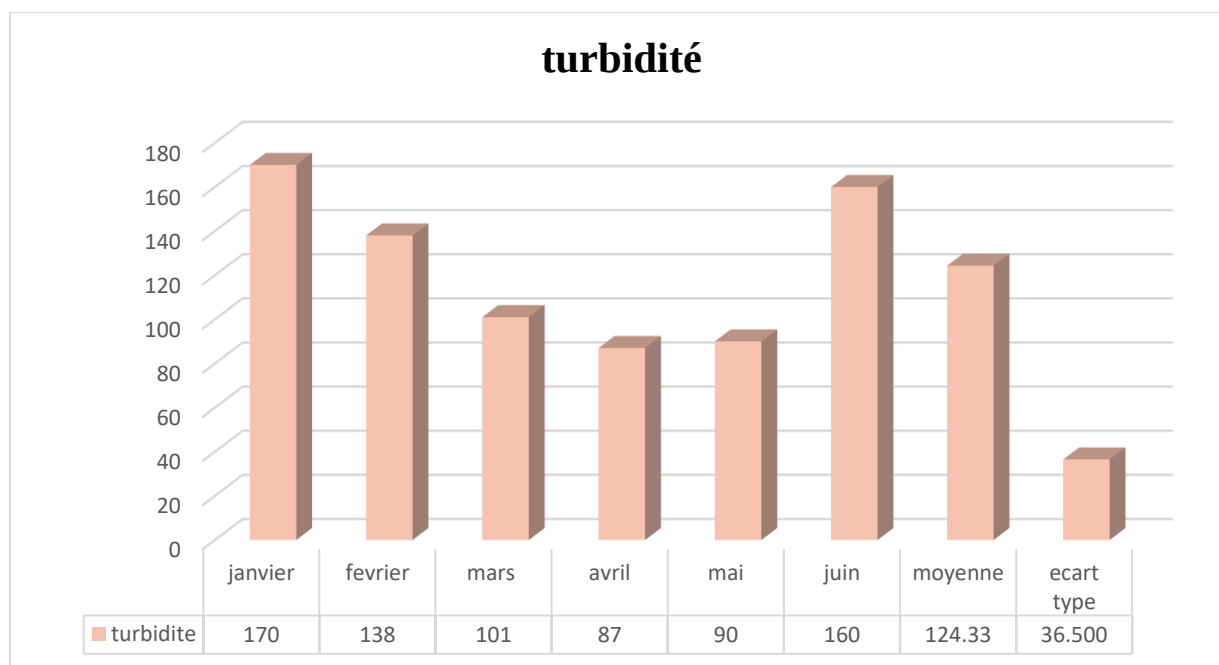


Figure 16. Les valeurs de la turbidité au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

3.1.5. L'Orthophosphate

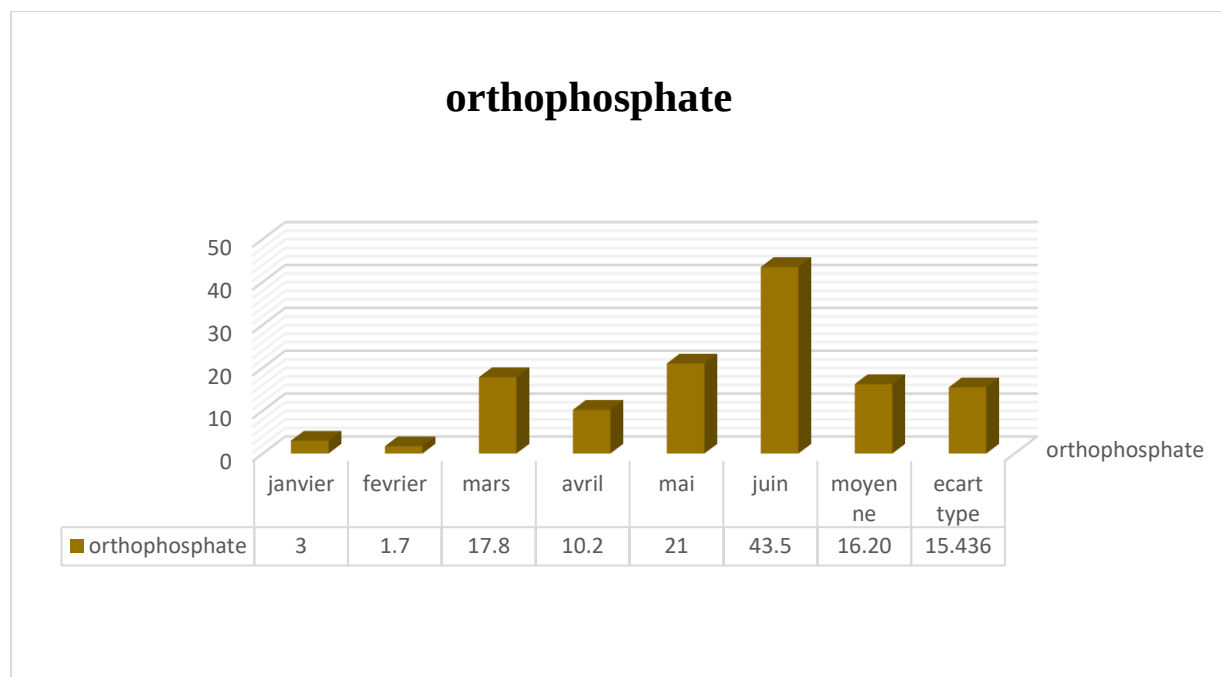


Figure 17. les valeurs de L'Ortho phosphate au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

Les valeurs enregistrées de la concentration en ortho phosphates varient entre 1,7 et 43,5 mg/l avec une moyenne de 16,2 mg/l et un écart type de 15,436 mg/l (tableau 5 , fig17). Les résultats obtenus montrent des valeurs largement supérieures aux normes définies par l'OMS (>2 mg/l) et par (JORA, 2006)(>10 mg/l).

3.1.6. L'Oxygène dissous

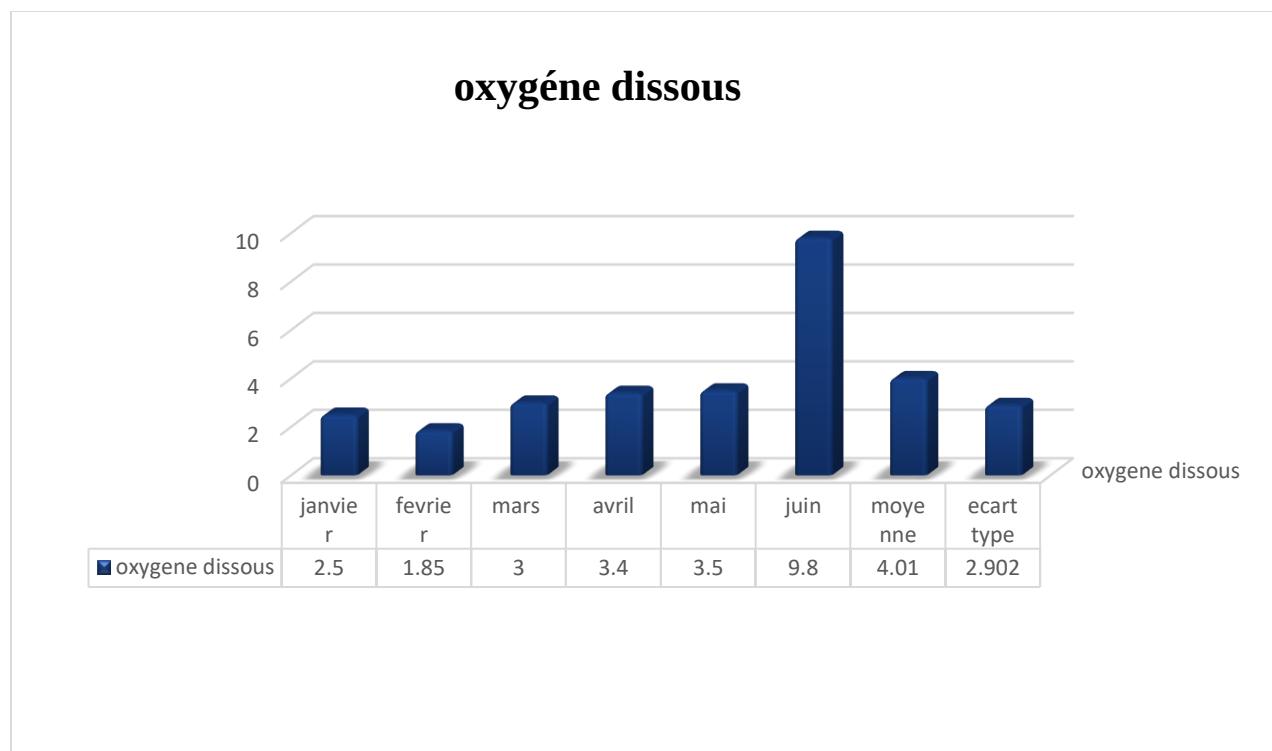


Figure 18. Les valeurs de L'oxygène dissous au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

L'oxygène dissous Les concentrations en oxygène dissous dans les eaux usées fluctuent entre 1,85 mg/l et 9,8 mg/l, avec une moyenne de 4,01 mg/l et un écart type de 2,904 mg/l (voir tableau 5). Les résultats indiquent une faible teneur en oxygène dissous durant le mois de février, correspondant à la période froide, tandis qu'une augmentation notable est observée au mois de juin, pendant la période chaude.

3.1.7. La Matières en suspensions (MES)

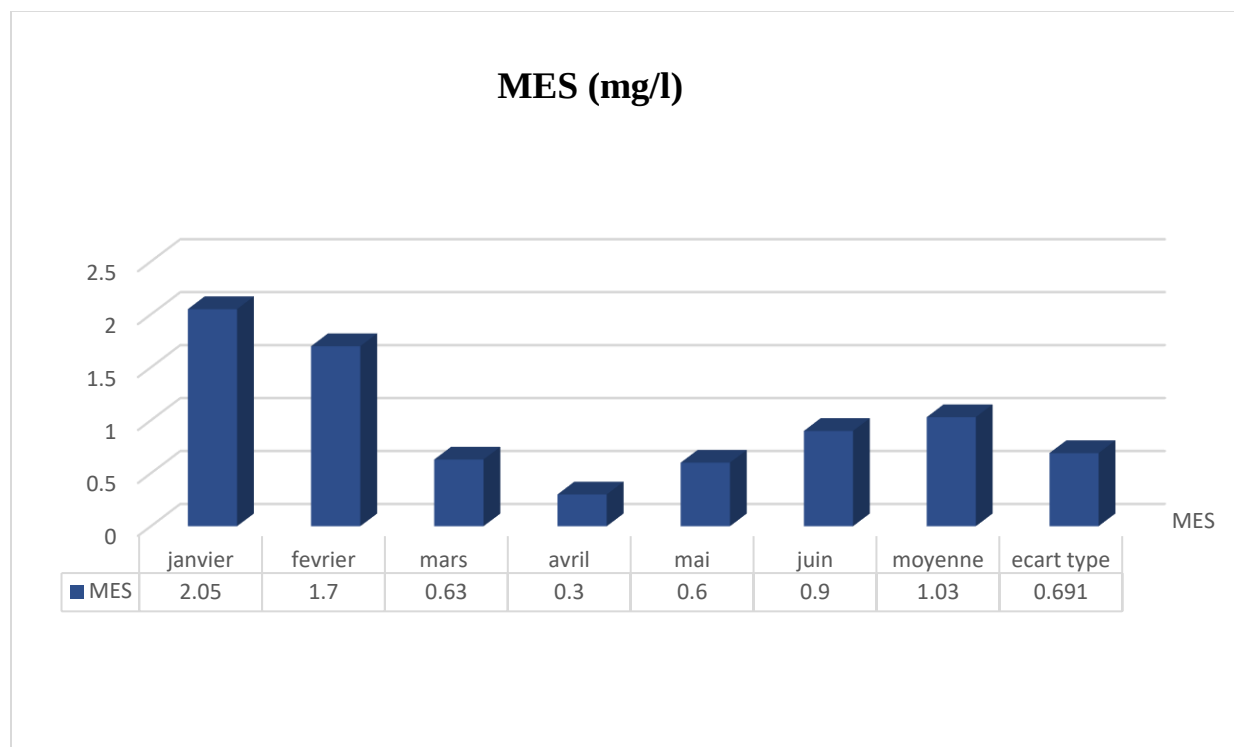


Figure 19. Les valeurs de La Matières en suspensions au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

Le tableau ci-dessus (Tableau 5) montre les concentrations en MES des eaux usées enregistrées lors de la période d'étude. Celles-ci varient entre 0,3 mg/L et 2,05 mg/L, avec une moyenne de 1,03 mg/L et un écart type de 0,691 mg/L. Ces résultats enregistrés en matières en suspension sont très faibles dans cette étude (0,3–2,05 mg/L) par rapport 35 mg /l une valeur étant considérée comme limite de rejet direct dans le milieu récepteur selon le **(JORA, 2006)**.

3.1.8. La Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO5) :

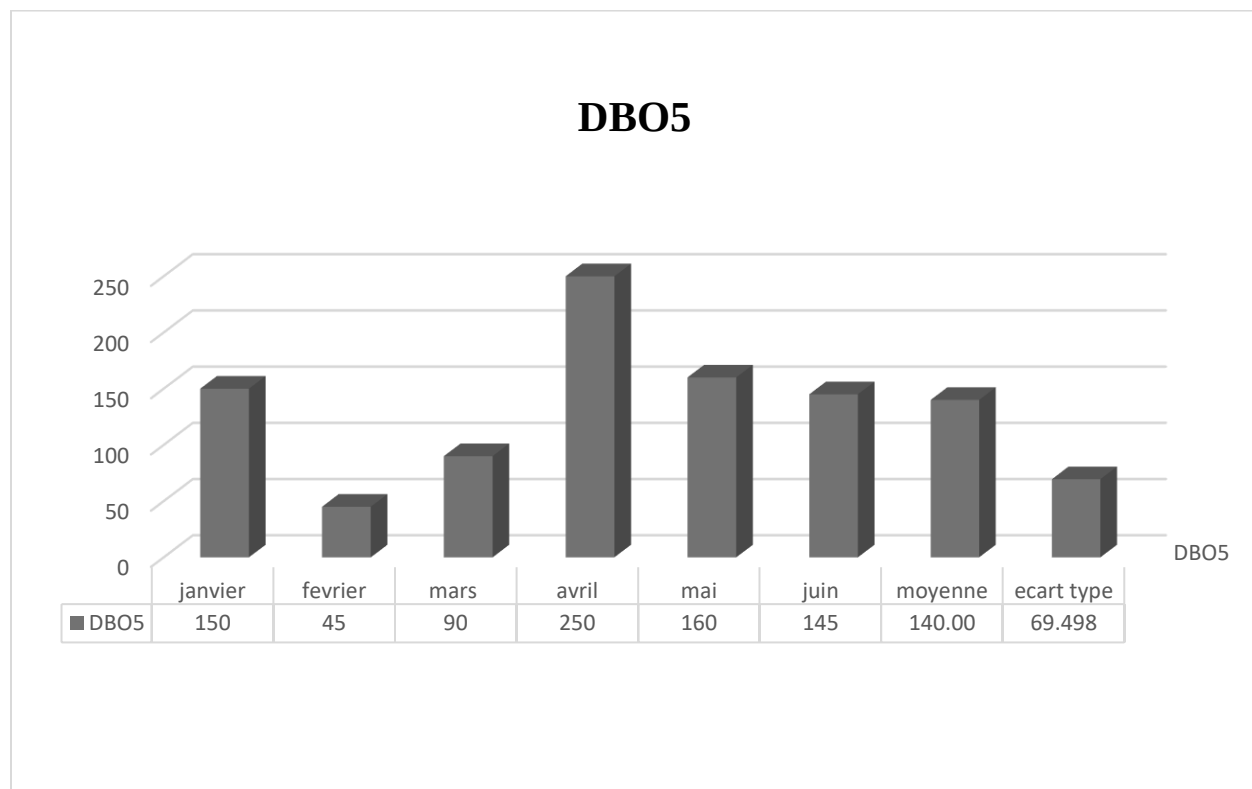


Figure 20. Les valeurs de La DBO5 au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

La DBO5 représente la quantité d'oxygène nécessaire utilisée pour la destruction de la matière organique décomposable par les processus biochimiques. Les valeurs de DBO5 sont élevées, comprises entre 45 mg O₂/L et 250 mg O₂/L, avec une valeur moyenne de 140 mg O₂/L et un écart type de 69,498 mg O₂/L (Tableau 5 et figure 20).

Ces résultats montrent que les eaux de la ville dépassent largement les teneurs en matière organique autorisées dans les cours d'eau, qui sont inférieures à 40 mg O₂/L (normes du JORA).

3.1.9. La Demande chimique en oxygène (DCO) :

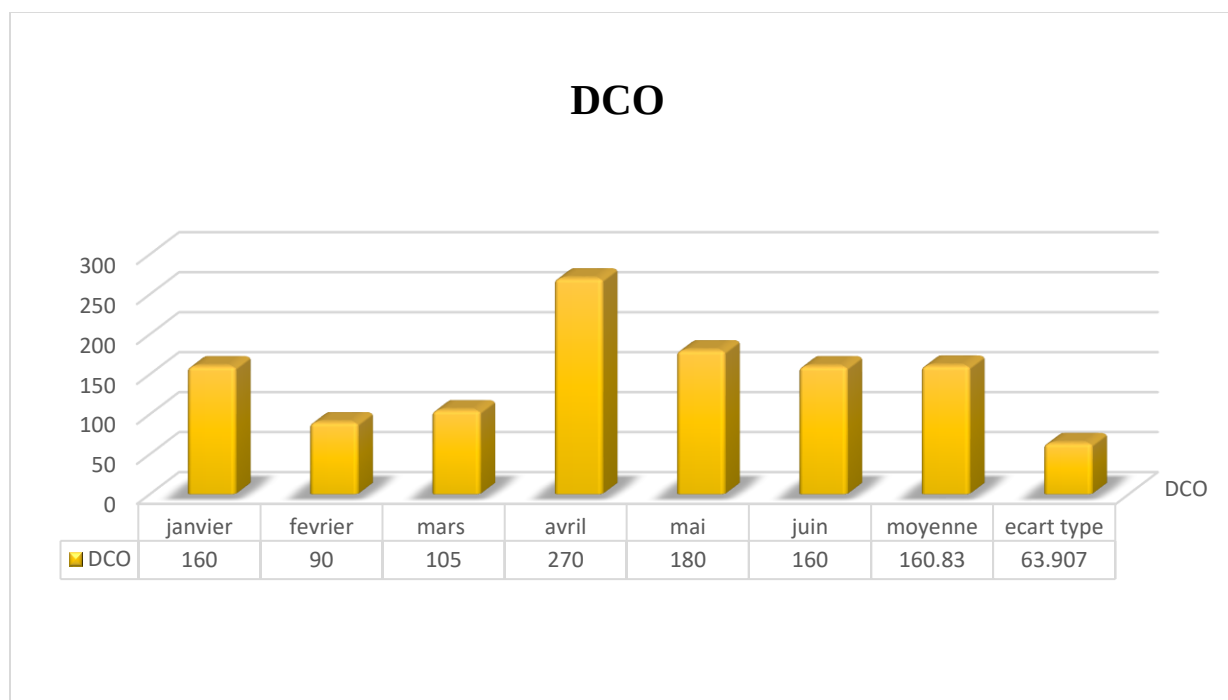


Figure 21. Les valeurs de La DCO au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, à travers la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale (**Fath Allah et al., 2014**) L'analyse des résultats obtenus montre que la DCO dans les eaux varie entre 90 mg O₂/L et 270 mg O₂/L avec une moyenne de 160,83 mg O₂/L. Donc on peut dire que ce résultat dépassant largement la valeur moyenne admissible fixée à 130 mg O₂/L en matière organique autorisée dans les cours d'eau selon le (**JORA, 2006**) L'écart type de 63,907 mg O₂/L révèle une forte variabilité de la DCO, liée à des rejets irréguliers ou à des activités humaines variables dans la zone.

3.1.10. Nitrite NO₂⁻

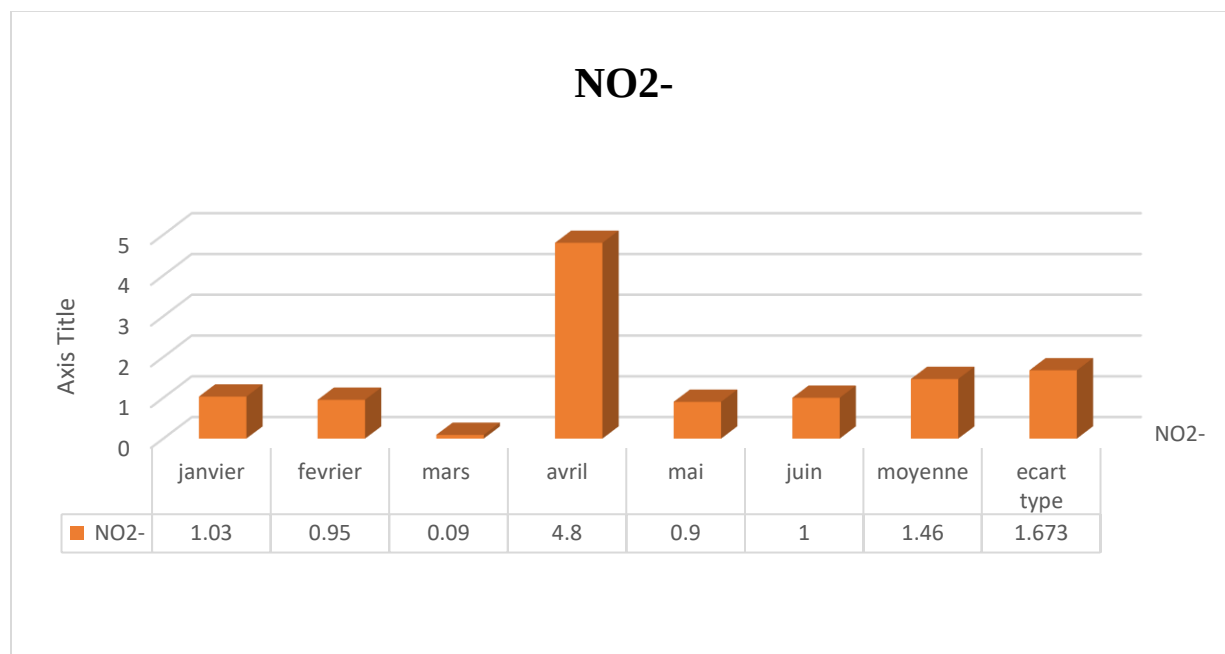


Figure 22. Les valeurs de La NO₂⁻ au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

La teneur en nitrites dans les eaux usées analysées comprise entre 0,09 mg/l et 4,8 mg/l avec une moyenne 1,46 mg/l. La valeur la plus basse était en mois de Mars et la plus élevée était en mois d'Avril (Tableau 5). L'écart type observé met en évidence une forte variation des concentrations, ce qui reflète une instabilité possible liée à des rejets irréguliers.

3.1.11. Nitrâtes NO₃⁻

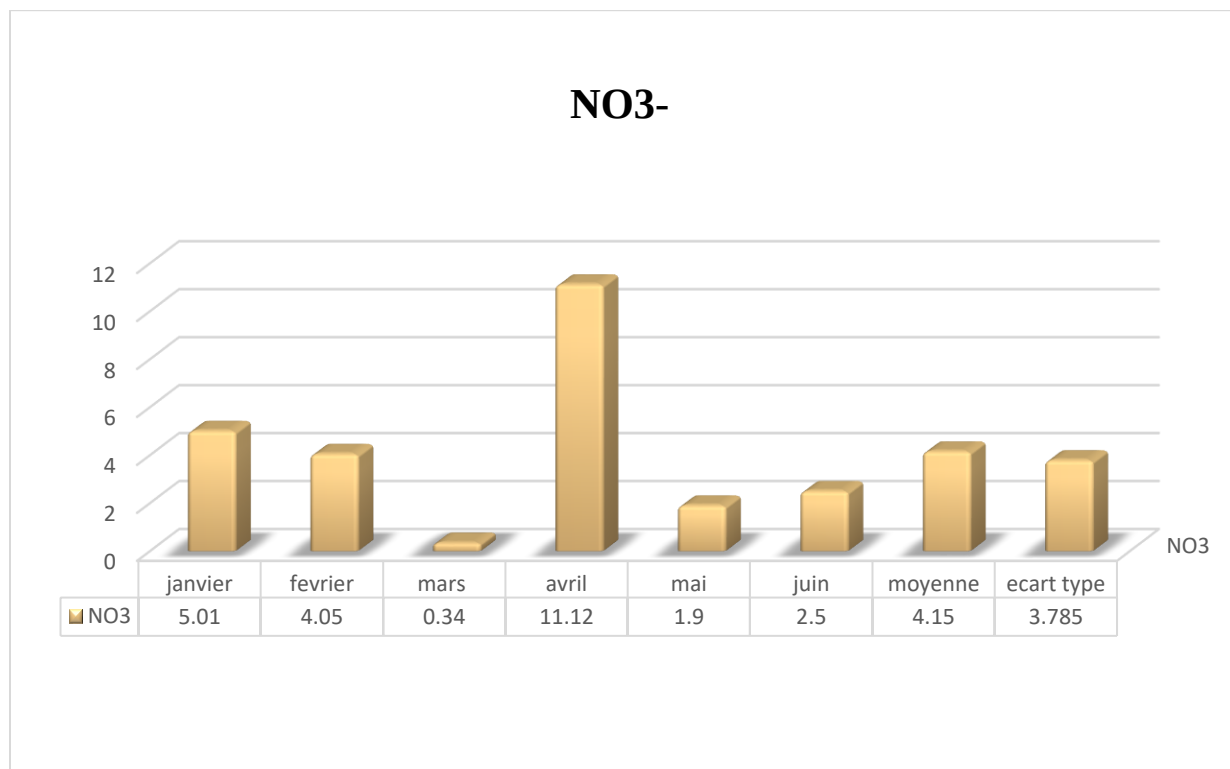


Figure 23. Les valeurs de La NO₃⁻ au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

Le suivi de la variation des nitrates dans les eaux usées de la ville de Biskra (Tableau 5 et Fig. 23.) montre que leurs teneurs en NO₃⁻ varient entre 0,34 et 11,12 mg/L, avec une moyenne de 4,15 mg/L, et sont très négligeables par rapport à la valeur de référence de 50 mg/L pour l'eau potable (**WHO, 2011**). L'écart type, estimé à 3.785 mg/L, indique une faible dispersion des concentrations autour de la moyenne, traduisant une relative stabilité des niveaux de nitrates dans les échantillons analysés.

3.1.12. L'Ammoniac (NH_4^+)

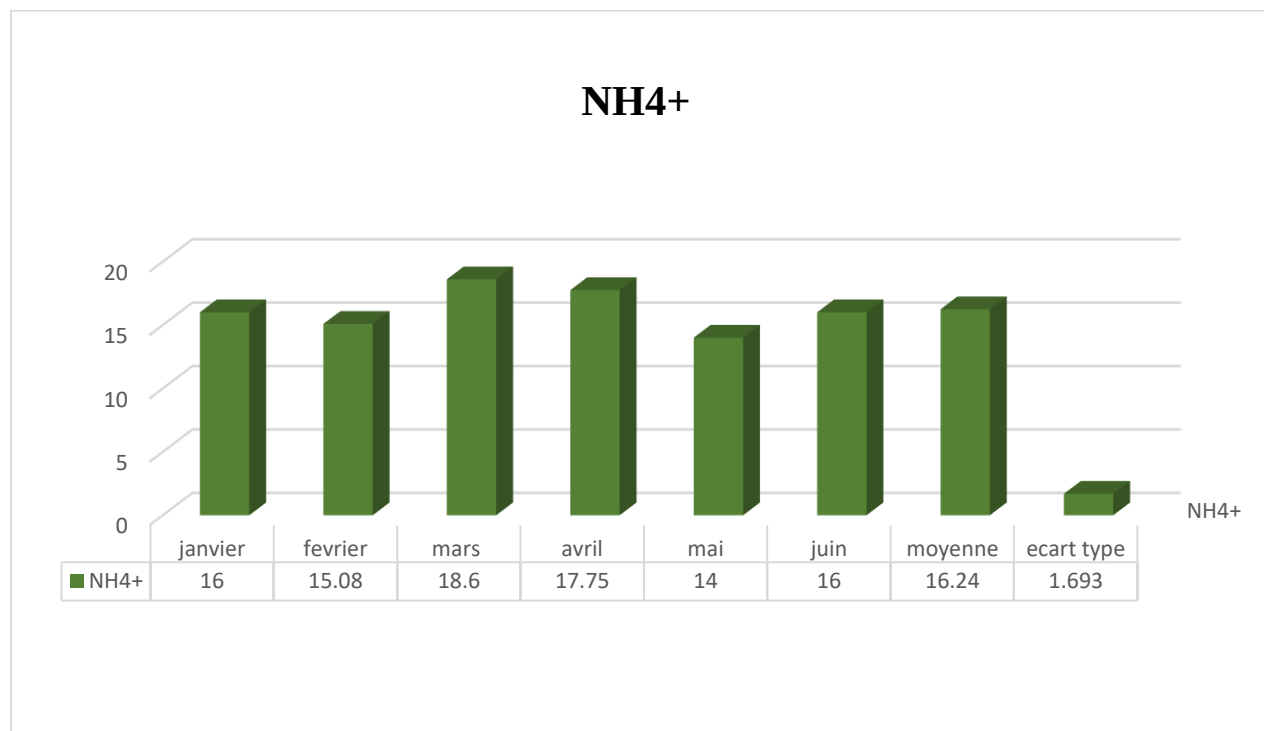


Figure 24. Les valeurs de La NH_4^+ au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

L'évolution de l'ammoniac (NH_4^+) de l'eau analysée montre que les concentrations sont de 14 mg/L comme concentration minimale et 18,6 mg/L comme concentration maximale, avec une moyenne de 16,24 mg/L. Ces concentrations sont très élevées par rapport à la norme de 0,5 mg/L (**WHO, 2011**). L'écart type de 1,693 mg/L indique une faible variabilité des teneurs en ammoniac, traduisant une pollution élevée mais relativement stable dans les échantillons analysés.

3.2. Paramètres bactériologiques

3.2.1. Les coliformes fécaux

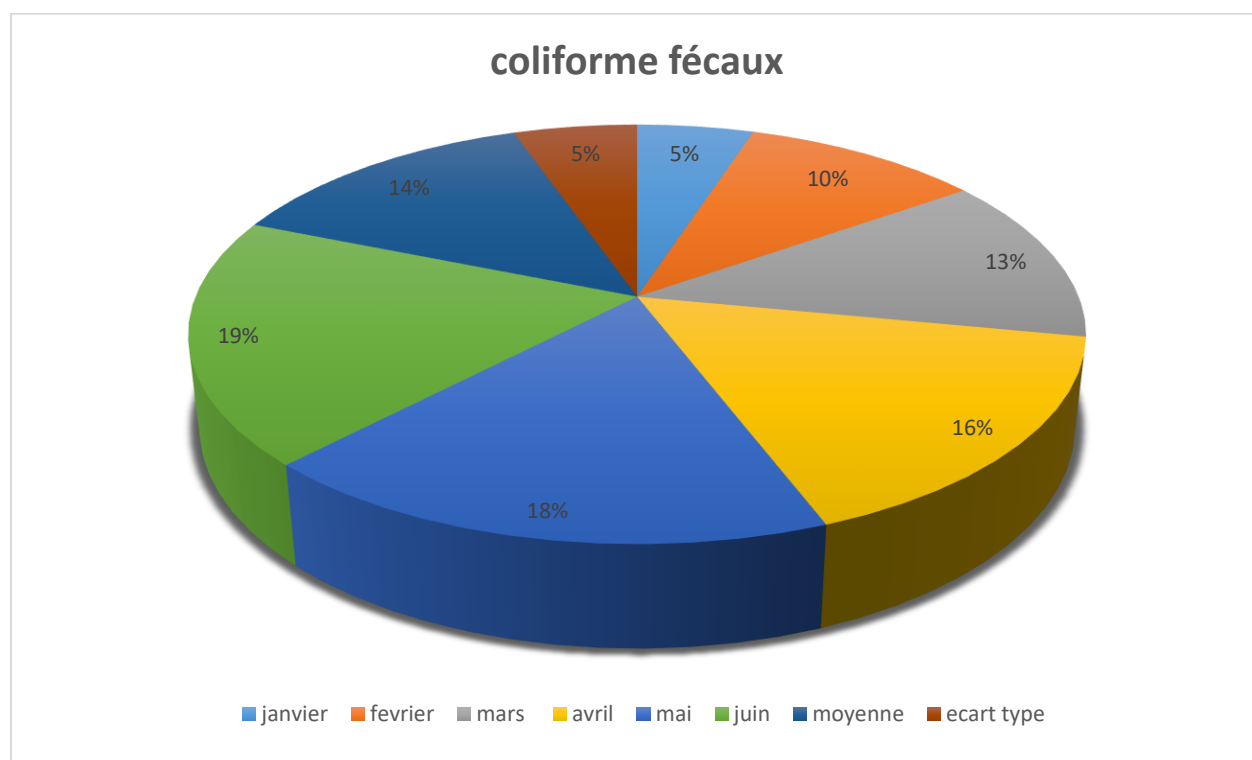


Figure 25. Les valeurs de La coliforme fécaux au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

Une augmentation linéaire des coliformes fécaux a été observée au cours des six mois de suivi, passant de 21 000 à 80 000 UFC/100 ml. Cette évolution est probablement liée à la hausse des températures, favorisant la prolifération bactérienne. L'écart type, estimé à 22 330,29 UFC/100 ml, met en évidence une variabilité importante des concentrations, traduisant une pollution fécale significative et fluctuante dans les eaux analysées.

3.2.2. Escherichia coli

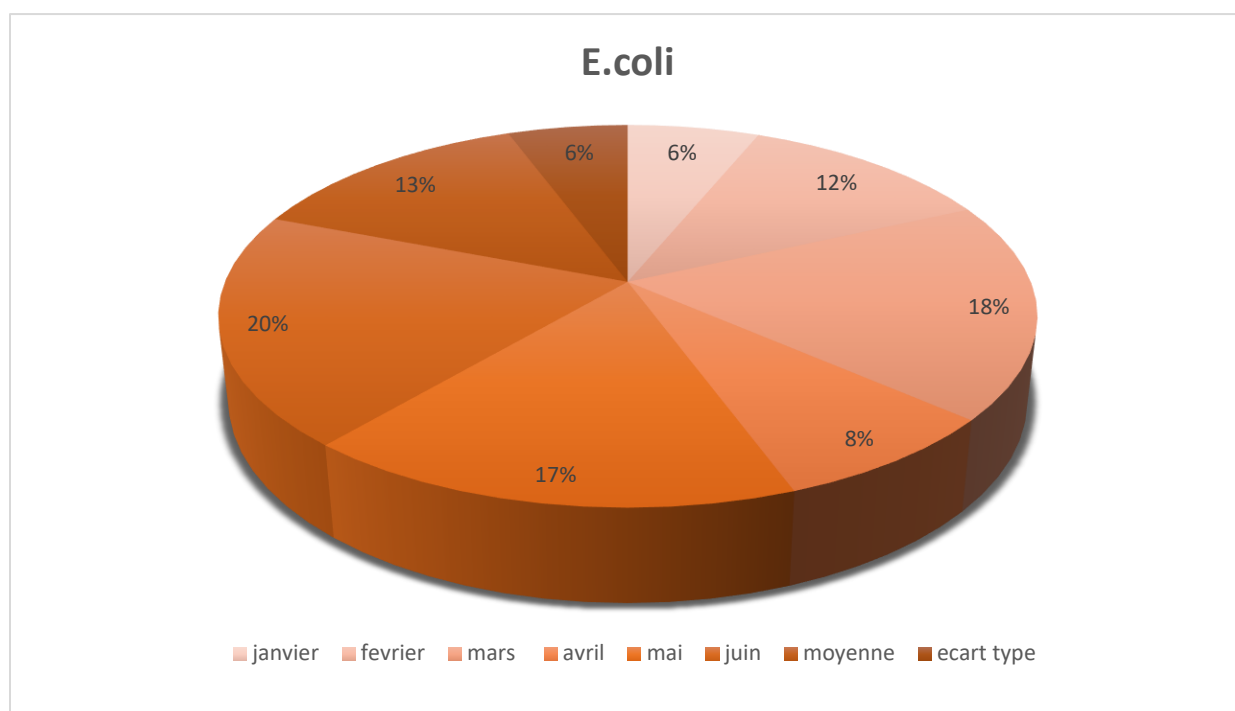


Figure 26. Les valeurs de E. coli au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

Les concentrations d'*Escherichia coli* enregistrées durant ce semestre sont particulièrement élevées. Une hausse marquée est observée au cours du premier trimestre, suivie d'une baisse en avril, puis d'une nouvelle augmentation jusqu'au mois de juin. L'écart type, évalué à 2 551,86 UFC/100 ml, reflète une variabilité notable des concentrations. Il convient de rappeler que, selon les normes de l'OMS, la concentration recommandée ne doit pas dépasser 10^3 UFC/100 ml.

3.2.3. Streptocoques fécaux – Oued Z'mour

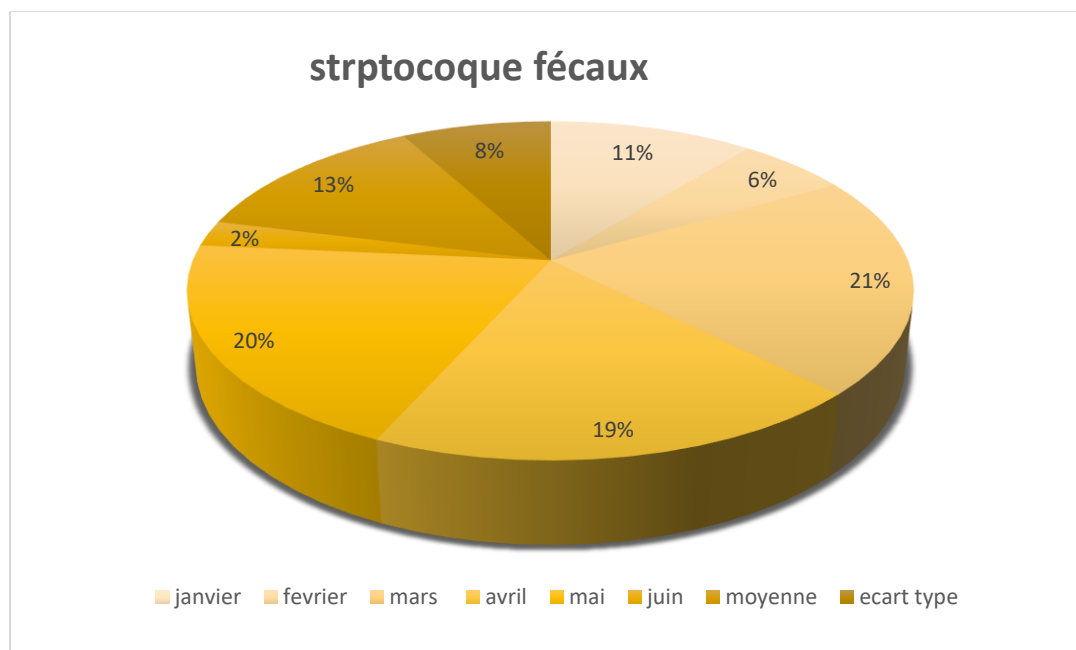


Figure 27. Les valeurs de streptocoques fécaux au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

Au niveau de Oued Z'mour, les concentrations en *streptocoques fécaux* sont relativement élevées, oscillant entre 630 et 5 400 UFC/100 ml, avec une moyenne de 3 386,67 UFC/100 ml (Tableau 5). Une variation saisonnière est clairement observée : les valeurs moyennes apparaissent en hiver (janvier et février), les pics sont atteints en mars, avril et mai, tandis que la valeur minimale est enregistrée en juin. L'écart type de 2 039,31 UFC/100 ml traduit une forte variabilité des concentrations au cours de la période étudiée.

3.2.4. Clostridium sulfo-réducteur – Oued Z'mour

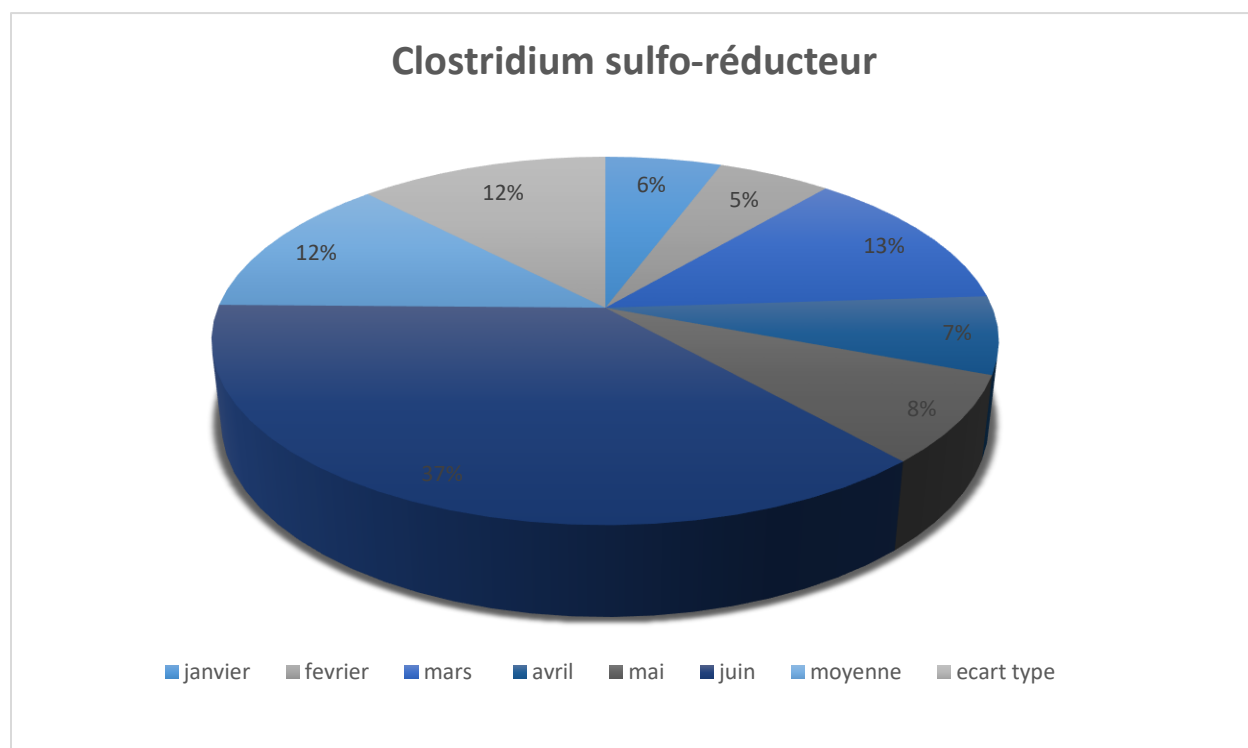


Figure 28. Les valeurs de *Clostridium sulfo-réducteur* au niveau de Oued Z'mour durant les six mois.

Les concentrations de *Clostridium sulfo-réducteur* détectées au niveau de Oued Z'mour varient entre 401 et 2 600 UFC/100 ml, avec une concentration moyenne de 885,17 UFC/100 ml (Tableau 5). Ces valeurs dépassent la norme autorisée. L'écart type de 860,672 UFC/100 ml indique une certaine variabilité dans les concentrations, suggérant des fluctuations possibles liées à des facteurs environnementaux ou anthropiques.

3.3. Discussion

Les paramètres physico-chimiques de l'eau déterminent la qualité des eaux de surface, qui est également conditionnée par la présence et l'intensité des activités microbiennes, notamment les bactéries coliformes fécales (FC) **(Rodier, J et al., 2009)**. Les valeurs et la qualité des paramètres de l'eau sont affectées par des facteurs externes et internes qui sont liés entre eux de manière très complexe. Les facteurs externes comprennent les conditions météorologiques, les facteurs liés au substrat (sol et/ou sédiments), et les sources de pollution, tandis que les facteurs internes sont générés par des réactions biochimiques qui se produisent dans l'eau **(Hacioglu, 2009)**.

Les analyses de l'eau de Oued Z'mour de la région de Biskra ont révélé une température qui varie entre 13°C et 26°C avec 20,15°C comme valeur moyenne. Les températures moyennes **(WHO, 2011)** enregistrées sont inférieures à 30 °C **(Lu, 2015)** et 35 °C considérée comme valeur limite de rejet direct dans le milieu récepteur **(Jayaswal, 2018)**, la température de l'eau constitue un facteur important dans l'environnement aquatique qui régit presque la totalité des réactions. Dans les eaux polluées, la température influence notamment la solubilité des sels et des gaz, la densité, la viscosité, la dissociation des sels dissous, les réactions chimiques et biochimiques, le développement, la croissance et le comportement des organismes vivants aquatiques et amphibies, et en particulier l'activité des micro-organismes aquatiques **(Kumar, 2010)**. Comme pour toutes les eaux de surface, la température dépend des variations saisonnières **(Bengherbia, 2014)**. 2°C en hiver à 30°C en été, de la situation géographique (Ahipathy, M.V., & Puttaiah, E. T., 2006) et des rejets d'eaux usées chaudes **(Rodier, J et al., 2009)** ; **(Mutlu, 2016)**.

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. Le pH de l'eau dans Oued Z'mour fluctue entre 7,01 et 8 révélant une neutre à légèrement alcalin (6,5-8,5) **(Mutlu, 2016)** **(WHO, 2011)** ;. Cette alcalinité est attribuée à la présence de carbonates associés principalement au calcium et, dans une moindre mesure, au magnésium, au sodium et au potassium **(Khan, 2012)**, ce qui permet de tamponner les eaux de ruissellement qui se déversent dans les Oueds. Une eau légèrement alcaline inhibe la toxicité des

métaux lourds sous forme de précipités de carbonate ou de bicarbonate, rendant ces métaux lourds indisponibles (**Ahipathy, M.V., & Puttaiah, E. T., 2006**).

La conductivité électrique a pour but de contrôler la qualité des eaux usées, et elle traduit le degré de minéralisation globale, de plus elle nous renseigne sur le taux de salinité des eaux . Les eaux de Oued Z'mour sont caractérisées par une conductivité électrique moyenne de 3611,67 $\mu\text{S/cm}$ c'est-à-dire supérieure à 1 500 $\mu\text{S/cm}$ (**WHO, 2011**) et à 2 000 $\mu\text{S/cm}$, ce qui représente une situation anormale (**Rodier, J et al., 2009**). Les valeurs de la CE indiquent la décomposition et la minéralisation de la matière organique. (**Guemmaz, 2023**)

Pour la Turbidité, nous constatons que le valeur moyenne de la turbidité dans le site est 124.33 NTU presque semblable et nettement supérieur aux normes algériennes pour les eaux usées (5 NTU) dans le site (Oued Z'mour). Ceci s'explique par une importante pollution particulière qui est l'origine de nombreux problèmes qui troublent l'eau, diminuant ainsi le rayonnement lumineux indispensable par une croissance des végétaux aux fonds des cours d'eaux et favorisant le développement des bactéries anaérobies (**Umer, 2020**) .

La grande partie du phosphore organique provient également des déchets du métabolisme des protéines et de son élimination sous forme de phosphates dans les urines par l'homme (**Salama, 2012**).

Les eaux usées de Oued Z'mour sont caractérisées par des teneurs moyennes en ortho phosphates oscillants entre 1,7 mg/L et 43,5 mg/L avec une moyenne de 16,2 mg/L dépassant la valeur limite acceptable d'un rejet direct dans le milieu récepteur (10 mg/l) (**Salama, 2012**). La disponibilité des ortho phosphates peut-être expliquée par le lessivage et les rejets urbains des agglomérations voisines et la libération de phosphore piégé en grande quantité dans les sédiments (**Guemmaz e. a., 2019**).

L'oxygène se dissout mieux dans l'eau froide que dans l'eau chaude. Dans l'eau à 5°C, le taux de saturation en oxygène dissous est environ une fois et demie Plus haut que l'eau à 20°C. En fait, il s'agit d'environ 13 parties par million. eau à 5°C et 9 ppm dans l'eau à 20°C (**Rodier et al., 2016**). La concentration moyenne en oxygène sur le site d'Oued Zemmour est d'environ 4,03 mg/L, ce qui est inférieur à Norme algérienne (8 mg/L) (**JORA, 2006**).

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. Leurs effets sur les caractéristiques physicochimiques de l'eau sont très néfastes (modification de la turbidité des eaux, réduction de la pénétration de la lumière mettant en péril la photosynthèse **(Rodier et al., 2016)**).

Les eaux usées de site est caractérisée par de concentration moyenne qui respectivement : 1.03 mg/l, cette valeur enregistrée en matières en suspension est inférieure à la concentration limite de rejet direct (50 mg/l) et à la concentration pour le rejet indirect (600 mg/l) mais très inférieure à 2000 mg/l considéré comme concentration limite des eaux destinées à l'irrigation **(JORA, 2006)**.

Concernant le valeur moyenne de la DBO₅, elle dépassée largement la norme algérienne qui est égale à 35mg/l **(JORA, 2012)**. De même, cette valeur est inférieure à celles rencontrés dans les eaux usées de France **(Mercoret, 2010)**. Par contre elles sont supérieures à celles obtenues par **(Sadek, 2012)**.

L'évolution saisonnière de la DCO dans le site est caractérisée par des concentrations moyennes annuelles élevées : 147.50 mg/l d'O₂, elles sont nettement supérieures à la norme algérienne (120mg/l) **(JORA, 2012)**. Ainsi ces valeurs sont inférieures à celles obtenues par Boutayeb et al., (2012) est supérieurs à celles trouvées par **(Vundo, 2019)**.

Les sels nutritifs azotés (comme l'ammoniaque, les nitrates et les nitrites) ainsi que les composés phosphorés (tels que les phosphates) sont essentiels au développement de la vie aquatique. Leur niveau de concentration en fonction de la lumière favorisera ou limitera la croissance de la biomasse. (a,eval). Dans cette étude, la teneur moyenne en nitrites (1,46 mg/l) dépasse largement la norme de l'OMS (<0,1 mg/L). Des concentrations élevées de nitrites reflètent souvent la présence de matières toxiques.

D'autre part, les nitrates (0,34-11,12 mg/L) sont très négligeables par rapport à la valeur de référence de 50 mg/L pour l'eau potable **(WHO, 2011)** Ces valeurs traduisent aussi l'activité des bactéries qui consomment ces composés lors des périodes de faible oxygénation, ce qui permet de prévenir l'installation de conditions anaérobies. L'évolution de l'ammoniac (NH₄⁺) de l'eau analysée montre que les concentrations (14-18,6 mg/L) sont supérieures à la norme de 0,5 mg/L **(WHO, 2011)**, indiquant l'absence de dilution et une mauvaise oxygénation de l'eau, ce qui conduit

à la nitrification de l'azote. La présence de cet élément dans l'eau est un indicateur de pollution organique par des micro-organismes, notamment de pollution fécale (**Derwich E. B., 2008**). L'interprétation de la teneur en azote est très difficile en raison de l'instabilité des réactions de nitrification /dénitrification /ammonification. Sachant que l'azote est sous la forme organique d'ammonium (NH_4^+) et de nitrate (NO_3^-) dans les eaux usées, chacune des réactions précédentes dépend de la disponibilité de l'oxygène dissous. La présence de NH_4^+ à forte concentration entraîne une forte consommation d'oxygène due à la nitrification bactérienne, c'est-à-dire, la transformation de NH_4^+ en NO_2^- et NO_3^- (**Bousseboua, 2002**).

D'un point de vue bactériologique, le dénombrement des coliformes totaux et fécaux est la procédure bactériologique la plus utilisée pour l'évaluation de la qualité de l'eau (**Mishra et al, 2009**). Ils sont de bons indicateurs de la qualité microbiologique de l'eau (**Hacioglu, 2009**). Leur abondance reflète la pollution organique car ils ne peuvent survivre dans une eau propre au-delà d'un temps limité (**Guemmaz e. a., 2019**).

Outre les coliformes totaux, les *streptocoques fécaux* et les coliformes fécaux représentent des signes d'une contamination fécale récente (**Krishnan, 2007**) ; (**North, 2014**) car leur survie dans l'eau peut être très courte, alors que les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont des indicateurs d'une contamination fécale ancienne, en raison de leur résistance aux conditions environnementales défavorables (**Guemmaz e. a., 2019**). C'est le cas de *Clostridium perfringens* qui peut survivre dans l'eau pendant une plus longue période par rapport aux autres bactéries fécales. (**Mishra, 2009**)

L'analyse bactériologiques des eaux usées de Oued Z'mour a révélé qu'elles possèdent des charges bactériennes largement au-dessus du seuil de 103 UFC/ 100 ml fixé par l'OMS (1989) pour le rejet direct dans l'environnement. Les valeurs élevées détectées des coliformes fécaux (21000-80000 UFC/100ml), des *streptocoques fécaux* (630-5400 UFC/100ml), de *Escherichia coli* (2800-8900 UFC/100ml), et de *Clostridium sulfito-réducteurs* (390-2600 UFC/100ml) proviennent des eaux usées, riches en nutriments azotés, émanant de la ville voisine et assurant leur prolifération. Ces indicateurs de contamination fécale ont été signalés dans les eaux de surface du lac Silver (**Uzoigwe, 2007**).

Conclusion

Conclusion

Cette étude nous a permis de dresser un état alarmant de la qualité des eaux de l'oued Z'mour, dans la région de Biskra, soumises à des rejets continus d'eaux usées domestiques et industrielles. Les résultats obtenus révèlent une pollution préoccupante : plusieurs paramètres physico-chimiques et bactériologiques dépassent largement les normes recommandées par le JORA et l'OMS. Ce constat traduit une contamination fécale importante, signe d'un assainissement défaillant.

La présence massive de bactéries indicatrices de pollution fécale témoigne d'un impact sanitaire majeur, avec un risque élevé de propagation d'agents pathogènes tels que bactéries entériques, protozoaires, virus et helminthes. Ce type de pollution ne menace pas uniquement la santé des riverains, mais touche également les terres agricoles irriguées, les cultures locales et l'ensemble des organismes aquatiques liés à cet écosystème fragile.

En période chaude, la situation s'aggrave : la baisse des nappes phréatiques, exacerbée par la croissance démographique, l'essor des industries locales et le développement agricole, réduit la dilution des polluants et amplifie leur concentration. À cela s'ajoute une capacité d'épuration insuffisante, incapable de traiter efficacement des eaux fortement chargées en matières organiques, déchets industriels et agents pathogènes.

Cette dégradation accélérée entraîne une transformation radicale des caractéristiques de l'eau, jusqu'à provoquer, dans certains cas, un effondrement total de la biodiversité aquatique. Il est donc urgent de repenser les stratégies de gestion des eaux usées, en renforçant les infrastructures de traitement et en intégrant une véritable politique de protection des ressources hydriques.

Bibliographie

Bibliographie

- Abberton, C. L. (2016).** *Survival, biofilm formation, and growth potential of environmental and enteric Escherichia coli strains in drinking water microcosms.* *Appl Environ Microbiol* 82 :5320– 5331. Doi :10.1128/AEM.01569-16.
- Ahipathy, M. &. (2006).** *Ecological characteristics of vrishabhavathy River in Bangalore (India).* *Environmental geology*, 49(8), 1217-1222.
- Amenu, D. (2013).** *Drinking Water Quality*, *World Journal of Arts, Commerce and Sciences*. 1(2). Available online at <http://wjacs.com/>. Pp01-08.
- Annie C et Françoise P. (2001).** *Le préparateur en pharmacie, dossier 4 : Microbiologie – Immunologie, Broché– décembre 2000.*
- Bakiri, Z. (2018).** *Analyse et optimisation des eaux usées urbaines par boues activées : application au décanteur secondaire (Doctoral dissertation).*
- Baumont, S. C. (2014).** *Observatoire régional de santé (Île-de-France), & Institut d'aménagement et d'urbanisme d'Île-de-France (1976-2019). Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France.* ORS Île-de-France.
- Bengherbia, A. F. (2014).** *Impact des rejets des eaux usées sur la qualité physico-chimique et bactériologique de l'Oued Beni Aza (Blida, Algérie).* *Lebanese science journal*, 15(2), 39-51.
- Boukhari. (2020).** *Etude physico-chimique des eaux usées traitées de la STEP de Draa El Mizan pour des fins de valorisation agricole (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).*
- Boumalek, W. (2020).** *Etudes des possibilités de valorisation agricole des sous-produits d'épuration et l'amélioration de la gestion des processus épuratoires d'une station d'épuration (Doctoral dissertation, Ecole Nationale Polytechnique).*
- Boussebouda, H. (2002).** *Microbiologie générale.* University of Constantine, Constantine, Algeria.

Bibliographie

- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. (2016).** *Détermination de la turbidité dans l'eau : méthode néphélométrique. Docum.103, 11 p*
- Daffri,. (2017).** *Etude de la biodégradation de l'ortho-nitrophénol et du para- nitrophénol par,e microbiote des eaux usées et mise en évidence des bactéries dominantes impliquées dans ce processus. Thèse de Doctorat d'état, Université des Frères, Mentouri , pp 3-10.*
- Delarras, C. (2014).** *Pratique en microbiologie de laboratoire. 1er Ed Lavoisier. Paris. ISBN : 978-2-7430-1565-7. Pp234-652.*
- Derwich, E. B. (2008).** *Evaluation de la qualité des eaux de surface des Oueds Fès et Sebou utilisées en agriculture maraîchère au Maroc. .*
- Derwich, E. L. (2010).** *Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fès. LARHYSS Journal (8): 101-112.*
- Devillers, J. R. (2005).** *Indicateurs pour évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides.*
- Diop, C. (2006).** *Etude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales, No. 7, 40 p.*
- Djeddi, H. (2007).** *Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Université Mentouri Constantine Algeria.*
- Guemmaz. (2023).** *Impact de la réutilisation des eaux usées brutes de la ville de Biskra sur l'homme et l'environnement.*
- Guemmaz, e. a. (2019).** *Physicochemical and bacteriological quality of surface water resources receiving common wastewater effluents in drylands of Algeria. Water Resources in Algeria-Part II,: 117-148.*
- Hacioglu, N. &. (2009).** *Monthly variation of some physico-chemical and microbiological parameters in Biga Stream (Biga, Canakkale, Turkey). African Journal of Biotechnology, 8(9).*
- Hamed M., G. A. (2013).** *Etude des propriétés physicochimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF-TORBA Bechar. Mémoire de fin d'étude Pour l'obtention du diplôme*

Bibliographie

- d'ingénieur d'état en Biologie option Contrôle de Qualité et d'Analyse, département des Sciences, université.*
- HAMICHE Lydia. (2013).** *Conception d'une station d'épuration pour la région de beni douala. Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, école nationale supérieure de l'hydraulique 2013.*
- Jayaswal, K. S. (2018).** *Water pollution, human health and remediation. In Water Remediation (pp. 11-27). Springer, Singapore.*
- Johnson, M. F. (2015).** *Voir le paysage pour les arbres : métriques pour guider la gestion de l'ombrage riverain dans les bassins versants. Recherche sur les ressources en eau 51 (5): 3754-3769.*
- JORA. (2006).** *Le Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427, correspondant au 19 avril 2006, définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. Journal Officiel de la République Algérienne. Algeria.*
- JORA. (2012).** *correspondant au 19 avril 2006, définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. . Le Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427, : Journal Officiel de la République Algérienne. Algeria.*
- Khan, R. M. (2012).** *Physicochemical analysis of triveni lake water of Amravati district in (MS) India. Bioscience discovery, 3(1), 64-66.*
- Krishnan, R. D. (2007).** *A comparative study on the physicochemical and bacterial analysis of drinking, borewell and sewage water in the three different places of Sivakasi. Journal of Environmental biology, 28(1), 105-108.*
- Kumar, A. B. (2010).** *Physical, chemical and bacteriological study of water from rivers of Uttarakhand. Journal of Human Ecology, 32(3), 169-173.*
- Labbaci, T. H. (2019).** *Analyse des anomalies et redimensionnement de la STEP de la Wilaya de Skikda. Mémoire de master, Université Badji Mokhtar Annaba. p7.*
- Loumi et Yefsah. (2010).** *Valorisation des eaux usées traitées en irrigation : cas de la station.*

Bibliographie

- Lu, Y. S. (2015).** *Impacts of soil and water pollution on food safety and health risks in China. Environment international*, 77, 5-15.
- Mara D. D, et Horan N. J, . (2003).** *Handbook of Water and Wastewater Microbiology.*
- Mishra, A. M. (2009).** *Seasonal and temporal variations in physico-chemical and bacteriological characteristics of River Ganga in Varanasi.*
- Mutlu, E. U. (2016).** *Physicochemical analysis of water quality of Brook Kuruçay. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(11), 991- 998.
- North, R. L. (2014).** *Relationship between water quality parameters and bacterial indicators in a large prairie reservoir: Lake Diefenbaker, Saskatchewan, Canada. Canadian journal of microbiology*, 60(4), 243-249.
- Omira. (2014).** *Contribution à l'étude de l'impact de la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture : effets sur le sol, sa microflore et les produits agricoles.* p9.
- OMS. (2004).** *Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève, p : 1050.*
- Pasquini, L. (2013).** *Micropolluants issus de l'activité domestique dans les eaux urbaines et leur devenir en station d'épuration (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).*
- Ramade., F. (2002).** *Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2ème édition, DUNOD, Paris, 1075 p.*
- Rejsek, F. (2002).** *Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques. Scéren (CRDP AQUITAINE). Coll. Biologie technique. Sciences et techniques de l'environnement. 360p.*
- Rodier et al., J. B. (2016).** *L'analyse de l'eau-10e éd. Dunod. France.*
- Rodier, J. C. (2005).** : Chambon P., Champsaur, H. et Rodi, L. (2005) : *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.* Ed Dunod, paris.
- Rodier, J. et al., (2009).** *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.*
- Saadi et Lahmar. (2018).** *Evaluation de l'efficacité de la station d'épuration de Guelma (N-EST ALGERIE).*

Bibliographie

- Sadek, S. K. (2012).** *Caractérisation physico-chimique deseaux usées de l'hôpital provincial de Sidi Kacem (Maroc).* ScienceLib 4: 1-8.
- Salama, Y. M. (2012).** *Evaluationphysicochimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville d'El Jadida (Maroc).* Science Lib, 4.
- Snoussi. (2018).** *Qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de puits en milieu rural (El Menzel).*
- Tabet, M. (2014).** *Etude physico-chimique et microbiologique des eaux usées et évaluation du traitement d'épuration (Doctoral dissertation, Guelma).*
- Tabib Fadila. (2020).** *Evaluation des performances épuratoires de Groupement Reggane Nord GRD, UniversitéAhmed draia adrar, Algérie.*
- Umer, A. B. (2020).** *Spatial and seasonal variation of lake water quality: Beseka in the Rift Valley of Oromia region, Ethiopia. International Journal of Energy and Water Resources 4(1): 47-54.*
- UNGER PW. (1989).** *Conservation des sols et des eaux : façon culturales appropriées. Bulletin Pédologique de la FAO n° 57, 272 p.*
- Uzoigwe, J. C. (2007).** *Using nutrient utilization patterns to determine the source of Escherichia coli found in surface water. African Journal ofEnvironmental Science and Technology, 1(1), 7-13.*
- Vundo, A. B. (2019).** *An overall evaluation of water transparency in Lake Malawi from MERIS data. Remote Sensing11 (3): 279-297.*
- WHO, G. (2011).** *Guidelines for drinking-waterquality. World Health Organization, 216, 303-304.*

Annexes

Annexes

Les tableaux ci-dessous présentent les diverses normes employées pour l'interprétation Des différents paramètres physicochimiques des eaux usées de la ville de Biskra (Oued Z'mour).

Annexe I : Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels du JORA (2006)

Paramètre	Unité	Norme
		JORA 2006
Température	°C	30
pH	-	6,5-8,5
MES	mg/L	35
DCO	mg O2/L	120-130
DBO5	mg O2/L	35-40
NTK	mg/L	30
PT	mg/L	10

Annexe II : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2012)

Paramètre	Unité	Valeur limite
		JORA 2012
Conductivité	µs/cm	2000
Turbidité	NTU	5
Nitrate	mg/L	50
Nitrite	mg/L	0,1
Othophosphate	mg/L	0,5
NH4+	mg/L	0,5

Résumés

ملخص

الهدف الأساسي لهذه الدراسة هو التحليل المعمق لتطور الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية للمياه المستعملة لمدينة بسكرة. تحقيقاً لهذه الغاية، أجريت عمليات أخذ عينات شهرية على مستوى وادي زُمور خلال الفترة الممتدة من جانفي إلى جوان 2025. تُظهر نتائج التحاليل المقدمة في هذا العمل تركيزات عالية وهائلة للملوثات في المياه المستعملة لوادي زُمور، حيث تتجاوز بشكل كبير الحدود التي وضعتها توجيهات منظمة الصحة العالمية (OMS). تكشف هذه الملاحظات عن تلوث برازي ملحوظ في الوادي المدروس، مما يؤكد بشكل حتمي على ضرورة اتخاذ إجراءات صارمة وفعالة لمواجهة مصدر هذا التلوث.

الكلمات المفتاحية: مياه مستعملة، معايير فيزيائية وكيميائية، معايير بكتريولوجية، بسكرة، تلوث

Résumé

L'objectif primordial de cette étude était d'analyser en profondeur l'évolution des caractéristiques physicochimiques et bactériologiques des eaux usées de la ville de Biskra. À cette fin, des prélèvements mensuels ont été réalisés au niveau de l'Oued Z'mour sur une période allant de janvier à juin 2025. Les résultats des analyses présentés dans ce travail mettent en évidence des concentrations de polluants significativement élevées dans les eaux usées de l'Oued Z'mour, excédant largement les seuils établis par les directives de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Ces observations révèlent une contamination fécale notable de l'Oued étudié, soulignant impérativement la nécessité d'une prise en charge rigoureuse et efficace pour contrer cette source de pollution.

Mots clés : Eau usée, Paramètres physicochimiques, Paramètres bactériologiques, Biskra, Pollution.

Abstract

The primary objective of this study was to thoroughly investigate the evolution of physicochemical and bacteriological characteristics of wastewater in the city of Biskra, Algeria. To this end, monthly sampling was conducted at the Oued Z'mour river over a six-month period, from January to June 2025. The analytical results presented herein reveal significantly elevated levels of pollutants in the Oued Z'mour wastewater, substantially exceeding the guidelines established by the World Health Organization (WHO). These findings highlight a notable presence of fecal contamination in the studied watercourse, unequivocally underscoring the urgent need for rigorous and effective management strategies to address this source of pollution.

Keywords: Wastewater, Physicochemical Parameters, Bacteriological Parameters, Biskra, Pollution.



Déclaration de correction de mémoire de master 2025

Référence du mémoire N°: / 2025	PV de soutenance N°: / 2025	
Nom et prénom(en majuscule) de l'étudiant (e) :	لقب و اسم الطالب(ة) :	
Soumia, Wissal, Rekihi, Nourhane		
La mention التقدير	Note(./20) العلامة	L'intitulé de mémoireالمذكورة عنوان
		Suivi spatio-temporel des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées de l'oued Z'mor (Biskra)

تصريح وقرار الأستاذ المشرف : Déclaration et décision de l'enseignant promoteur :

Déclaration : Je soussigné (e), <u>Ghemmez Fatma</u>, (grade) <u>M.C.B.</u> à l'université de <u>Mohamed Khider</u> avoir examiné intégralement ce memoire après les modifications apportées par l'étudiant. J'atteste que : * le document a été corrigé et il est conforme au model de la forme du département SNV * toutes les corrections ont été faites strictement aux recommandations du jury. * d'autres anomalies ont été corrigées	تصريح : أنا الممضي (ة) أسفله <u>ك.م.ب.ج.م.أ.ب.ج.</u> (الرتبة) <u>M.C.B.</u> بجامعة أصرح بأنني راجعت محتوى هذه المذكرة كليا مراجعة دقيقة وهذا بعد التصحيحات التي أجراها الطالب بعد المناقشة، وعليه أشهد بأن : * المذكرة تتوافق بشكلها الحالي مع النموذج المعتمد لقسم علوم الطبيعة والحياة. * المذكرة صحت وفقا لكل توصيات لجنة المناقشة * تم تدارك الكثير من الإختلالات المكتشفة بعد المناقشة
--	--

Décision : Sur la base du contenu scientifique, de degré de conformité et de pourcentage des fautes linguistiques, Je décide que ce mémoire doit être classé sous la catégorie	قرار : اعتمادا على درجة مطابقتها للنموذج ، على نسبة الأخطاء اللغوية وعلى المحتوى العلمي أقرر أن تصنف هذه المذكرة في الدرجة :												
<table border="1"> <tr> <td>acceptable مقبول</td> <td>ordinaire عادي</td> <td>bien حسن</td> <td>très bien جيد جدا</td> <td>excellent ممتاز</td> <td>exceptionnel متميز</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>B</td> <td>A</td> <td>A+</td> </tr> </table>	acceptable مقبول	ordinaire عادي	bien حسن	très bien جيد جدا	excellent ممتاز	exceptionnel متميز	E	D	C	B	A	A+	
acceptable مقبول	ordinaire عادي	bien حسن	très bien جيد جدا	excellent ممتاز	exceptionnel متميز								
E	D	C	B	A	A+								



الأستاذ المشرف

Ghemmez

التاريخ
2025 / 07 / 07

NB : Cette fiche doit être collée d'une façon permanente derrière la page de garde sur les copies de mémoire déposées au niveau de la bibliothèque universitaire