



Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence /

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté et soutenu par :

Rahmani safia

Le: dimanche 4 juillet 2021

Évaluation de la contamination métallique dans les eaux usées de la ville de BISKRA (Oued Z'mor)

Jury :

Titre	BOULMAIZ Sara	MAA	Université Biskra	Président
M.	GUEMAZ Fateh	MAA	Université Biskra	Rapporteur
Titre	Ghiti Hassina	MCB	Université Biskra	Examineur

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

*D'abord je tiens à remercier sincèrement et tout puissant **ALLAH** qui m'aide et me donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude et la force pour finir ce travail. Je remercie sincèrement mon père pour sa contribution, son soutien.*

*Je tiens à remercier sincèrement mon encadreur Monsieur **Guemaz Fateh**, son suivi, son orientation et son disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

Je remercie également les membres du Jury pour avoir accepté d'évaluer et de juger ce modeste travail et de l'enrichir par leurs propositions.

*Mes remerciements s'adressent également à tous les enseignants du département de SNV, afin de nous aider dans notre parcours d'étude. Et une mention spéciale à toutes les personnes de **laboratoire AMRANE**.*

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis qui m'ont toujours encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

Dédicace

A l'aide de dieu tout puissant, Il m'a donné la volonté, la sagesse, la force et la patience qui m'a tracé le chemin de ma vie

J'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie :

A la mémoire de ma Mère,

Qu'Allah ait pitié votre âme.

A la lumière de mes yeux, le bonheur de ma vie ma mère qui m'apporté son appui durant toutes mes années d'étude, aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tes soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité. Depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

A mon cher père, Amar

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce Réussite est grâce de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A mes chers frères : Morad Abdelghani abbes et souhil

A mes chères soeurs : Yasmine Sabrine et sa fille la Coco Nour Meriem

A tous mes amies et mes proches

A tous les enseignants qui ont contribué à ma formation

Safia

Sommaire

Liste des Tableaux.....	I
Liste des Figures.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction.....	1

Première partie : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1. GENERALITE SUR LES EAUX USEES

1.1. Pollution des eaux	3
1.2. Définition des eaux usées	3
1.3. Caractéristiques et composition des eaux usées	3
1.4. Typologie des eaux usées	3
1.4.1. Les eaux usées domestique.....	3
1.4.2. Les eaux usées industrielles.....	4
1.4.3. Les eaux usées pluviales.....	4
1.5. Caractéristiques des eaux usées	4
1.5.1. Les paramètres physiques.....	4
1.5.1.1. La température.....	4
1.5.1.2. Matières en suspension.....	4
1.5.2. Paramètres Organoleptiques.....	5
1.5.2.1. La Turbidité.....	5
1.5.2.2. La couleur.....	5
1.5.3. Paramètres Chimiques.....	5
1.5.3.1. Le pH.....	5
1.5.3.2. La Conductivité électrique.....	5
1.5.3.3. L'Oxygène Dissous.....	5
a. Demande chimique en oxygène (DCO).....	6
b. Demande biochimique en oxygène (DBO5).....	6
c. La biodégradabilité.....	6
1.6. Principaux polluants métalliques	6
1.6.1. Définition des métaux lourds.....	6
1.6.2. Les types des métaux lourds.....	7

a. Les métaux essentiels.....	7
b. Les métaux toxiques.....	7
1.6.3. Toxicités des métaux lourds.....	7
1.7. Impact sur l'environnement et l'homme.....	7
1.8. Omniprésence de quelque métal lourd.....	8
1.8. 1. Plomb (Pb).....	8
1.8.2. Zinc (Zn).....	8
1.8.3. Cuivre (Cu).....	8
1.8.4. Cadmium (Cd).....	9

Deuxième partie : PARTIE EXPERIMENTAL

Chapitre 2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de la zone d'étude.....	10
2.1.1. La situation géographique et administrative.....	10
2.1.2. Limites administratives.....	11
2.1.3. Données Climatiques.....	11
2.1.3.1. La Température.....	12
2.1.3.2. Les précipitations.....	13
a. Les précipitations mensuelles.....	13
b. Les précipitations annuelles.....	13
2.1.3.3. L'humidité relative.....	14
2.1.2. La population.....	14
2.1.3. Principales industries.....	14
2.1.4. Caractéristiques du réseau d'assainissement.....	16
2.2. Localisation du site de rejet de la ville de Biskra.....	17
2.2.1. Le Site : Oued Z'mor.....	17
2.3. Type et période de travail.....	18
2.4. L'échantillonnage.....	18
2.5. Prélèvement.....	18
2.6. Transport.....	19
2.7. Lieux de réalisation des analyses.....	19
2.8. Les méthodes d'analyse.....	19

2.8.1. Analyse des paramètres physico-chimiques.....	19
2.8.2. Analyse des paramètres métalliques.....	19
2.8.2.1. Préparation d'échantillon.....	19
2.8.2.2. Dosage des éléments métalliques.....	19
2.8.2.3. Principe de spectrophotométrie d'absorption atomique à Flamme.....	20

Chapitre 3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Résultats d'analyses des paramètres physicochimiques de site de rejet.....	21
3.1.1. PH.....	22
3.1.2. Température.....	23
3.1.3. Conductivité.....	24
3.2. Résultats d'analyse des paramètres métalliques de site de rejet.....	25
3.2.1. Teneur en Fer.....	25
3.2.2. Teneur en Plomb.....	26
3.2.3. Teneur en Zinc.....	27
3.2.4. Teneur en Nickel.....	28
3.2.5. Teneur en Chrome.....	29
3.2.6. Teneur en Aluminium.....	30
3.2.7. Teneur en Cobalt.....	31
3.2.8. Teneur en Cadmium.....	32
3.2.9. Teneur en Cuivre.....	33
Conclusion.....	34

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des Tableaux

Tableau 2.1. Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales de Biskra (1984-2013).....	12
Tableau 2.2. Moyenne mensuelle des précipitations de Biskra 1984-2013.....	13
Tableau 2.3. Evolution des besoins en eaux industrielles de la wilaya de Biskra (Sedrati, 2011).....	16
Tableau 2.4. Représentation du réseau d'assainissement de la ville de Biskra (Direction de l'hydraulique de Biskra, 2015).....	16
Tableau 2.5. Les résultats d'analyse des paramètres physicochimiques de sites de rejets (Oued Z'mor).....	21

Liste des figures

Figure 2.1. Situation de la Wilaya de Biskra dans la carte de l'Algérie (DPAT, 2009).....	10
Figure 2.2. Limites administratives de la wilaya de Biskra (Anonyme, 2007).....	11
Figure 2.3. Variations interannuelles des précipitations annuelles (1984-2013).....	14
Figure 2.4. Localisation des différentes industries de la ville de Biskra (BOUCHHAM, 2008).....	15
Figure 2.5. Localisation du site de rejet d'eaux usées de (Oued Z'mor).....	18
Figure 2.6. Spectromètre d'absorption atomique à flamme (FAAS) (original).....	20
Figure 2.7. Variations de PH dans le site de rejet (Oued Z'mor).....	22
Figure 2.8. Variations de Température dans le site de rejet (Oued Z'mor).....	23
Figure 2.9. Variations de Conductivité dans le site de rejet (Oued Z'mor).....	24
Figure 2.10. Teneurs en Fer dans le site de rejet (Oued Z'mor).....	25
Figure 2.11. Teneurs en Plomb dans le site de rejet (Oued Z'mor).....	26
Figure 2.12. Teneurs en Zinc dans le site de rejet (Oued Z'mor).....	27
Figure 2.13. Teneurs en Nickel dans le site de rejet (Oued Z'mor).....	28
Figure 2.14. Teneurs en Chrome dans le site de rejet (Oued Z'mor).....	29
Figure 2.15. Teneurs en Aluminium dans le site de rejet (Oued Z'mor).....	30
Figure 2.16. Teneurs en Cobalt dans le site de rejet (Oued Z'mor).....	31
Figure 2.17. Teneurs en Cadmium dans le site de rejet (Oued Z'mor).....	32
Figure 2.18. Teneurs en Cuivre dans le site de rejet (Oued Z'mor).....	33

Liste des abréviations

AFNOR	Association Française de Normalisation
ANAT	Agence Nationale d'Aménagement du Territoire
Cd	Cadmium
Co	Cobalt
Cr	Chrome
Cu	Cuivre.
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DBO5	Demande Biochimique en Oxygène en 5 jours
ETM	Eléments traces métalliques
ELATEX	Entreprise spécialisée dans les industries textiles lainières
ENICAB	Entreprise Nationale des Industries des Câbles Biskra
FAAS	Spectromètre d'absorption atomique à flamme
Hab	Habitant
Max	Maximal
MES	Matières en suspension
Min	Minimal
Moy	Moyenne
O2	Oxygène
OD	Oxygène Dissous
Pb	Plomb
PH	Potentiel Hydrogène
SIE	Système d'Information sur l'Eau-France.
T(C°)	Température en degré Celsius
TIFIB	Tissage Finissage Biskra
Zn	Zinc

Introduction Générale

Introduction générale

L'eau douce ne constitue que 2.5% de l'eau présente dans le monde, sa disponibilité et sa qualité sont de plus en plus menacées par l'augmentation de la pollution, en particulier due à l'urbanisation, à la croissance démographique, au développement industriel et à l'agriculture intensive. L'Algérie constitue l'un des pays les plus affectés par les pénuries d'eau et la réutilisation des eaux usées épurées pourrait s'avérer être une alternative intéressante pour la résorption du déficit hydrique, mais pour une réutilisation optimale et sans risque sanitaire, il faudra procéder à un traitement des eaux plus poussés que ceux utilisés actuellement, car ces derniers ne prennent pas en charge l'élimination complète des micro-organismes pathogènes et les éléments traces métalliques qui persistent dans les eaux épurés.

La contamination des eaux par les éléments traces métalliques représente un problème environnemental majeur. Ces éléments sont d'origines naturelles (altération des roches, volcanisme, érosion..) mais ils sont aussi issus des activités anthropiques (exploitation minière, industries métallurgiques...) (Elazhari, 2013). En Algérie le volume global d'eaux usées rejetées annuellement est évalué à près de 800 millions de m³, dont 600 millions de m³ pour les seules agglomérations du Nord, sur ce volume global seul environ 30% sont traités (Dhwto, 2006).

Les métaux lourds malgré leurs faibles concentrations, sont des éléments toxiques qui sont à l'origine de graves maladies telles que les troubles respiratoires et digestifs, ils présentent aussi un risque d'écotoxicité pour les plantes, le sol et les espèces aquatiques.

Les eaux usées de l'agglomération de Biskra (Sud-Est algérien) sont déversées sans traitement dans le rejet d'Oued Z'mor. La charge polluante dans ce dernier est représentée par $152,92 \pm 27,76$ mg/L d'O₂ de DBO₅, $381,69 \pm 70,03$ mg/L d'O₂ de DCO et par $1039 \pm 106,65$ mg/L d'O₂ de matière en suspension. Le suivi de ces paramètres dans le site met en évidence l'instabilité de la charge organique au cours des saisons. (Souiki L *et al.*, 2008).

Dans un milieu naturel, on trouve deux catégories de métaux lourds, la première catégorie regroupe tous les éléments traces indispensables au processus biologiques donc à la production agricole végétal et animale, se sont les oligo-éléments (Zn, Cu, Cr, Mo, Mn, Fe, Ni...), et la deuxième catégorie regroupe les éléments métalliques toxiques, non nécessaire à la croissance des organismes vivants tel que le cadmium, le mercure et le plomb.

De nos jours, les sources anthropiques des métaux lourds, avec la pollution on été

introduite dans l'écosystème, causant ainsi une forte augmentation des éléments traces et leur concentration dans les rejets des eaux résiduaires, ces métaux ne sont pas tous piégés dans les boues pendant le traitement des eaux usées, une partie est évacuée avec l'eau épurée et sa réutilisation pourrait être dangereuse.

Les métaux qui se trouvent dans les eaux usées sont en général le Cu , As , Zn , Pb , Cd , Al, Co , Mn , Ni , Ag , Cr , etc. (Ferhat, 2012).

D'où l'importance d'exposer, la situation des eaux usées et leurs impacts dans la ville de Biskra se regroupé dans le site de rejet (Oued Z'mor).

Dans ce travail est articulé comme suit :

La partie bibliographique répartie en un seul chapitre:

Chapitre 1 : consacré pour les généralités sur les eaux usées, traite les paramètres physico- chimique et différents polluants métalliques et ses caractéristiques (leurs définitions, source de contamination, impacts) et la toxicité de ces métaux sur la santé et sur l'environnement.

La partie expérimentale traitera deux chapitres:

Chapitre 2: ce chapitre est consacré à faire ressortir les caractéristiques climatiques de Biskra et la localisation du site de rejet, les procédés de prélèvement des échantillons et le matériel nécessaire pour effectuer les analyses.

Chapitre 3: Ce chapitre présente les résultats obtenus après analyse des éléments traces des eaux usées du principale site de rejet de la ville de Biskra (Oued Z'mor) et interpréter les résultats obtenus. La discussion des résultats des analyses physicochimiques et métalliques par une comparaison avec les normes établies.

Enfin nous terminons notre travail par une conclusion qui est une réflexion achève

L'objectif

Notre objectif est d'étudier la contamination des eaux usées par les métaux lourds du site de rejet (Oued Z'mor) de la ville de Biskra, discuter les résultats des analyses physicochimiques et métalliques par une comparaison avec les normes établies déterminant ainsi les éléments présentant un risque pour la santé.

Partie
Bibliographique

Chapitre 1

Généralité sur les eaux usées

1.1. Pollution des eaux

Une pollution est définie comme étant toute détérioration de l'environnement (dont la ressource eau) par des substances chimiques, physiques ou biologiques qui ne s'éliminent pas naturellement ou de façon aisée dans l'écosystème contaminé (Nelly C, 2018 ; SIE-France, 2016). Elle a pour origine principale l'activité humaine et résulte soit de l'introduction dans le milieu d'une substance artificielle non dégradable, soit du dépassement du seuil toléré par le milieu. Elle est susceptible de contribuer ou de causer un danger pour la santé des hommes, des détériorations de ressources biologiques.

1.2. Définition des eaux usées

Les eaux usées ou effluents liquides ou eaux résiduaires sont des eaux altérées par les activités anthropiques à la suite d'usages domestiques, industriels, artisanaux, agricoles ou autres. Elles sont polluées et sont donc de nature à contaminer les milieux dans lesquels elles sont déversées sans traitement et nécessitent par conséquent un traitement avant d'y être rejetées. (Ndiaye, 2010).

1.3. Caractéristiques et composition des eaux usées

Selon leurs origines, les eaux usées se caractérisent par une grande variabilité de débits, mais aussi de composition. Elles peuvent contenir en concentrations variables :

- ✓ Des matières en suspension plus ou moins facilement décantables ou coagulables,
- ✓ Des matières colloïdales ou émulsionnées : argiles, microorganismes, macromolécules hydrophobes (organiques huiles, graisses, hydrocarbures, etc.), ...
- ✓ Des matières en solution de nature organique ou minérale,
- ✓ Des microorganismes végétaux (algues, plancton, ...) ou animaux (protozoaires,...)

1.4. Typologie des eaux usées

On distingue généralement trois grandes catégories d'eaux usées selon leurs origines (Elskens, 2010) :

1.4.1. Les eaux usées domestique

Ensemble constitué d'eaux vannes (encore appelées eaux noires provenant des toilettes) et d'eaux grises (provenant de la cuisine, des douches ou bains, de la lessive) et éventuellement d'autres types d'eaux usées provenant des activités ménagères, dans les implantations résidentielles (UN-Water, 2017). Sont issues de l'utilisation de l'eau (potable

dans la majorité des cas) par les particuliers pour satisfaire tous les usages ménagers (Tabet, 2015). Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension (Abibsi, 2011).

1.4.2. Les eaux usées industrielle

Ce sont les eaux déchargées après avoir été utilisées ou produites par des procédés de production industrielle (UN-Water, 2017). Ses caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées et phosphorées, elle peut également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques.

1.4.3. Les eaux usées pluviales

Ce sont des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation (Franck, 2002). L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumée industrielles), puis en ruissellent, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles des vidanges, carburants, résidus de pneus et métaux lourds) (Ezziane, 2007).

1.5. Caractéristiques des eaux usées

1.5.1. Les paramètres physiques

1.5.1.1. La température

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O₂) dans l'eau ainsi que la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau (Mekhalif F, 2009).

1.5.1.2. Matières en suspension

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la ré aération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène (Duguet *et al.*, 2006).

1.5.2. Paramètres Organoleptiques

1.5.2.1. La Turbidité

C'est un paramètre indiquant la réduction de la limpidité de l'eau. Cela est dû à la présence des matières en suspension non dissoutes (MES) provenant de l'érosion et du lessivage des sol, ou des matières particulaires issues de la dégradation de la matière animale et végétale (Hayzoun H, 2014). Elle est exprimée généralement en NTU (Néphelométric Turbidity Unit) ou FTU (Formazin Turbidity Unit) (Nehme N, 2014).

1.5.2.2. La couleur

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'onde courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement (Rejesk, 2002).

1.5.3. Paramètres Chimiques

1.5.3.1. Le pH

C'est un paramètre qui permet la mesure de la concentration des protons H^+ dans un milieu aqueux en déduisant sa nature (acide, basique ou neutre) (Nehme N, 2014), ce paramètre joue un rôle très important dans le développement de la vie aquatique. De plus, le pH influe sur le comportement de certains éléments comme les métaux dont il peut diminuer ou augmenter la mise en solution et donc la toxicité en rendant les métaux biodisponibles. Généralement, les valeurs de pH des eaux naturelles sont comprises entre 6 et 8,5 (Derwich E *et al.*, 2010).

1.5.3.2. La Conductivité électrique

La conductivité est la mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique. Elle est reliée à la concentration et à la nature des substances dissoutes. La conductivité varie en fonction de la présence d'ions, de leur concentration, de leur mobilité et de la température de l'échantillon (Nambatingar, 2011). Conductivité est proportionnelle au degré de minéralisation et varie en fonction de la température (Joel, 2015).

1.5.3.3. L'Oxygène Dissous

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques (Rejesk, 2002).

a. La demande chimique en oxygène (DCO)

Ce paramètre permet de quantifier la matière oxydable contenue dans l'eau par la mesure du taux d'oxygène nécessaire pour la dégrader. La DCO est exprimée en mg d'O₂/l. Les valeurs élevées de la DCO indiquent la présence d'une forte contamination liée à la présence de polluants réfractaires d'origine organique et minérale issus des activités anthropiques ou naturelles (Diab W, 2016).

b. La demande biochimique en oxygène (DBO5)

La DBO5 mesure la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique par voie biologique (bactéries), cette analyse s'effectue à une température de 20°C pendant 5 jours à l'obscurité (voir Annexe 2). Les valeurs de la DBO5 montrent la teneur des polluants biologiquement dégradables dans les milieux aquatiques. Elle est exprimée en mg d'O₂/L.

c. La biodégradabilité

Traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux. Le rapport DCO/DBO5 donne une première estimation de la biodégradabilité de la matière organique d'un effluent. On convient généralement des limites suivantes (Bougherira N *et al.*, 2017) :

DCO/DBO5 < 2 : l'effluent est facilement biodégradable ; **2 < DCO/DBO5 < 3** : l'effluent est biodégradable ; **DCO/DBO5 > 3** : l'effluent n'est pas ou très peu biodégradable.

1.6. Principaux polluants métalliques

1.6.1. Définition des métaux lourds

Sont des constituants naturels dans les roches et dans les gisements minéraux. Ainsi, normalement ces éléments sont présents à des faibles teneurs (à l'état de traces, moins de 0.1%) dans les sols, les sédiments, les eaux de surface et les organismes vivants (Alloway et Ayres, 1997 ; Callender, 2003). Elles sont des corps simples caractérisés par leur bonne conductivité de la chaleur et de l'électricité et leur pouvoir de refléter la lumière sans la modifier (réflexion métallique) (Le Coarer, 2003).

Leurs transferts dépendent des paramètres physicochimiques des milieux ainsi que de leur degré de mobilité, on distingue les groupes suivants (Drever JI, 2005) :

Les éléments très mobiles (Mo, Cd) / Les éléments modérément mobiles (Co, Cu, Ni) / Les éléments « non-mobiles » (Zn, Cr, Pb). La pollution métallique en milieu aquatique peut résulter de processus dits naturels (érosion et volcans) ou provenir des différentes activités anthropiques (transport, industrie, agriculture) (Habi, 2010).

1.6.2. Les types des métaux lourds

D'un point de vue biologique, on en distingue 2 types en fonction de leurs effets physiologiques et toxiques :

a. Les métaux essentiels

Sont des éléments indispensables à l'état de trace pour de nombreux processus cellulaires et qui se trouve en proportion très faible dans les tissus biologiques. Certains peuvent devenir toxiques lorsque la concentration dépasse un certain seuil. C'est le cas du cuivre, du Zinc, Nickel et du fer (Loué, 1993).

b. Les métaux toxiques

Ont un polluant avec des effets toxiques pour les organismes vivants même à faible concentration. Ils n'ont aucun effet bénéfique connu pour la cellule. C'est le cas du plomb, Mercure et du cadmium (Kabata P et Pendias, 2001).

1.6.3. Toxicités des métaux lourds

Les métaux inhibent la croissance et plusieurs processus cellulaires incluant la photosynthèse, la respiration, l'activité enzymatique mais également la synthèse de pigments et de protéines. La division cellulaire peut, également, être affectée. Les métaux lourds ont un fort caractère bio accumulatif et ont la particularité de ne pouvoir être éliminés. Ils changent simplement de forme (Vilaginès, 2003 ; Cauchi *et al*, 1996).

1.7. Impact sur l'environnement et la santé humaine

Les eaux usées rejetées dans les milieux aquatiques sans traitements préalable peuvent occasionner des dégâts irréversibles sur la santé du vivant et sur les écosystèmes.

- **Sur l'environnement :** Le déversement des eaux usées directement dans l'environnement cause de nombreux dangers pour la survie des organismes vivants et l'équilibre écologique (Ivanowsky A, 2016). La qualité de l'eau des nappes phréatiques peut être également dégradée par l'infiltration des eaux usées à travers le sol, qui permet la migration des polluants présents dans ces eaux usées vers les eaux souterraines (Metahri MS, 2012).

- **Sur la santé humaine :** Dans les pays en développement ou 80% des maladies sont dues à l'eau (Adjagodo A *et al.*, 2017). Les maladies hydriques peuvent être classées selon six catégories différentes : Maladies transmises par l'eau (parasites, bactéries, virus) ;

Infections de la peau et des yeux : dues au manque d'eau ; Maladies causées par un organisme aquatique invertébré ; Maladies causées par un insecte fourmillant à proximité de l'eau.

1.8. Omniprésence de quelque métal lourd

1.8. 1. Plomb (Pb)

Élément métallique de numéro atomique $Z=82$ et de masse atomique 207 g/mol, dont le corps simple est un métal (Ramade, 1998). Le plomb est un des principaux polluants métallique de l'atmosphère, il n'y en a que 0.0018% dans la croûte terrestre (Bliefert *et al.*, 2004). Il présente une affinité avec les carbonates, les sulfates et les sulfures, il provient de plusieurs sources : métallurgie, traitement des minerais, ruissellement sur les toitures, carburants. C'est un élément toxique pour l'être humain, il empêche la synthèse de l'hémoglobine et il provoque des perturbations du système nerveux (De Burbure C *et al.*, 2005).

1.8.2. Zinc (Zn)

Une étude récente a démontré l'implication du Zn sur la production mitochondriale des ATP. En effet, le Zn inhibe l'aconitase, l' α -cétoglutarate deshydrogénase, l'isocitrate deshydrogénase NAD⁺ dépendante, la succinate deshydrogénase (Lemire, 2007). Ces différentes inhibitions se traduisent par un dysfonctionnement de la mitochondrie et par des pathologies liées à l'incapacité à produire de l'énergie. Par ailleurs, l'administration de chlorure de zinc aux rats provoque une réduction significative de la fertilité, du poids corporel, de la taille du cerveau, du foie, des reins et des vésicules séminales (Khan *et al.*, 2007).

1.8.3. Cuivre (Cu)

C'est un métal facilement complexé par la matière organique, il dérive principalement des composés agrochimiques (engrais) et des déchets résidentiels (les câbles électriques). La présence d'un excès de cuivre cause des maladies neuro-dégénératives (Oehme FW, 1990).

A concentration physiologique, le cuivre est le cofacteur d'enzymes comme le cytochrome C oxydase, la dopamine β -hydroxylase (Pincemail *et al.*, 2002). Les mécanismes de toxicité sont à la fois liés au stress oxydant et aux interactions directes avec les composants cellulaires.

1.8.4. Cadmium (Cd)

Le cadmium est un métal blanc argent, légèrement bleuté. Cet élément, appartenant à la famille des métaux de transition, possède 8 isotopes naturels stables. Ses propriétés chimiques présentent beaucoup de similitudes avec celles du zinc. Il possède une résistance à la corrosion dans diverses atmosphères et plus particulièrement en milieu marin et s'utilise comme moyen de protection contre les neutrons thermiques. (Tricot, 1999).

Il permettent de traverser les barrières biologiques et de s'accumuler dans les tissus, considéré comme cancérigène pour l'homme et il présente des effets génotoxiques (Bourrelier *et al.*, 2008). Les apports anthropiques de Cd dans le milieu par l'industrie, les engrais phosphatés l'épandage de déchets. C'est un élément très toxique, il est la cause de plusieurs maladies chez l'être humain dont des dysfonctionnements des systèmes rénal et gastro-intestinal(NishijoMetal.,1995).

Partie

Expérimentale

Chapitre 2

Matériel et Méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

2.1.1. La situation géographique et administrative

La région de Biskra appartient à la partie Nord du grand bassin sédimentaire des contres forts méridionaux de l'Atlas saharien et la bordure septentrionale saharienne. Elle est située à :

- 425 km au Sud-Est de l'Algérie ;
- 243 km au Sud de Constantine ;
- 220 km au Nord de Touggourt ;
- 113 km à l'Est de Bou Saada.

La wilaya de Biskra est limitée au Nord-Ouest par la Wilaya de M'sila au Nord-Est par la Wilaya de Khenchela, au sud par la Wilaya d'El oued et au Sud-Ouest par la Wilaya de Djelfa au nord par la Wilaya de Batna (ANAT, 2003) (Fig.2.1). Biskra se localise dans les coordonnées géographiques 34°48' Nord et 05°44' Est. Son altitude est de 125 mètre/au niveau de la mer.



Figure 2.1. Situation de la Wilaya de Biskra dans la carte de l'Algérie (DPSB, 2014).

La wilaya de Biskra est wilaya depuis le découpage administratif de 1974, organisée administrativement de 12 Dairas et 33 communes d'une superficie de 21.671.2 Km² avec une population de 772 746 habitants.

Dairas : Biskra, Djamourah, El-Kantara, M'chounech, Sidi-Okba, Zeribet El-Oued, Ourlel, Tolga, Ouled Djellal, Sidi Khaled, Foughala, Loutaya.

Communes :Ain Naga, Ain Zaatout, Biskra, Bordj Ben Azzouz, Bouchagnoune, Branis, Chetma, Djemourah, Doucen, El Feidh, El Ghrous, El Hadjeb, El Haouch, El Kantara, El Mizaraa, El Outaya, Foughala, Khenget Sidi Nadji, Lichana, Lioua, M'Chounech, Mekhadma, M'Lili, Oule Djellal, Ouled Harkat, Ouled Rahma, Ouled Sassi Oumache, Ourlal, Sidi Khaled, Sidi Okba, Tolga et Zeribet El Oued (ANAT, 2003).

Biskra en forme de cuvette, est limité au Nord par l'Atlas et plus exactement par les Djebels Boughezal, Mellaga et au Sud par Djebel, Delouet, elle est traversée par deux oueds, oued Biskra et oued Châabet Roba respectivement à l'Est de la ville. La topographie diminue au Nord au Sud avec une altitude de 111 m au centre de la ville (Boufedda *et al.*, 2010).

2.1.2. Limites administratives

Ils sont comme suite : Au nord les villes d'El-Outaya et de Branis, au l'Est les villes de Chetma et de Sidi Okba, à l'Ouest la ville d'El-Hadjeb, au Sud la ville d'Oumache

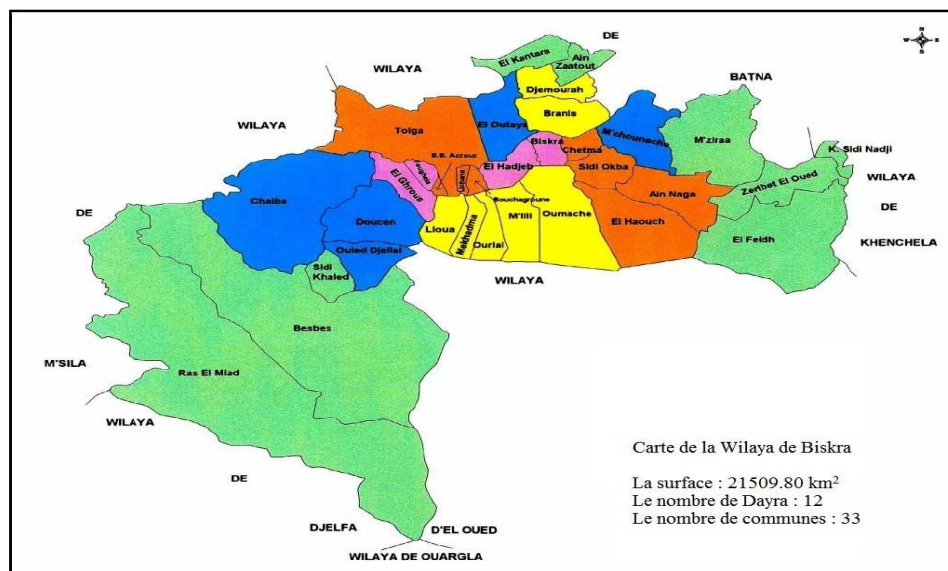


Figure 2.2. Limites administratives de la wilaya de Biskra (Anonyme, 2007).

2.1.3. Données Climatiques

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques tels que la température, le vent, les précipitations...etc., qui caractérisent l'état et l'évolution de l'atmosphère en un lieu déterminé à un temps défini. Il est déterminé à partir de l'étude des paramètres météorologiques (la température, les précipitations, taux d'humidité) (Boudjllal, 2009).

Par sa position géographique, la région de Biskra se caractérise par un climat un peu particulier par rapport aux régions du Tell et du Sahara (ANAT, 2003). Alors pour définir le climat de la région d'étude nous avons exploité les résultats climatiques de la station météorologique Aéroport de Biskra portées sur une période 2018.

2.1.3.1. La Température

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2002).

Tableau 2.1. Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales de Biskra (1984-2013)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
TM	11.3	15.7	19.1	21.7	28.3	32.1	35	34.3	28.9	21.4	16.4	12.5
TN	6.4	9.9	12.8	15.6	21.9	25.6	28.2	27.7	22.3	16.7	10.7	7.2
TX	16.2	21.6	25.4	27.8	34.6	38.5	41.8	40.9	34.3	28.9	21.8	17.5

Les températures moyennes annuelles sont élevées. En profondeur, les températures vont diminuer rapidement et s'équilibrer (Monod, 1992). L'analyse des données de la période (1984-2013), est rapportée sur le **tableau 2.1**. Les températures moyennes annuelles sont élevées, avec des maxima absolus peuvent atteindre et dépasser 40,64 °C, et des minima de Janvier à 7°C.

2.1.3.2. Les précipitations

Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat (Benabadji et Bouazza, 2000). Pour la station climatologique de Biskra et dans le cadre de l'analyse des événements climatologiques exceptionnels, il a été jugé utile de signaler quelques dates historiques où la pluie annuelle était, soit très faible voire critique (37 mm en 1946), soit abondante telles que celles enregistrées en 1951 (247 mm) et 1969 (230 mm)

Les précipitations mensuelles

L'étude de la variation des moyennes mensuelles des précipitations pour la période 1984-2013 (Tab.2.2) nous montre une longue période de sécheresse. Les précipitations ont atteint une valeur minimale de 3,31 en août et une autre maximale de 31.92 en mars.

Tableau 2.2. Moyenne mensuelle des précipitations de Biskra 1984-2013

Mois	Jan	Fév	Ma	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
P(mm)	13,99	7,54	31,92	17,3	10,34	5,94	6,21	3,31	20,4	15,7	18,34	14,2	155,4

b. Les précipitations annuelles : La région de Biskra montre une pluviométrie faible et mal répartie avec une pluviométrie moyenne annuelle de 155.01 mm, avec une valeur minimale de 13, 22 mm en 1986 et avec un maximum de 342.69 mm en 1994 pour la période 1984-2013 (figure 2.3).

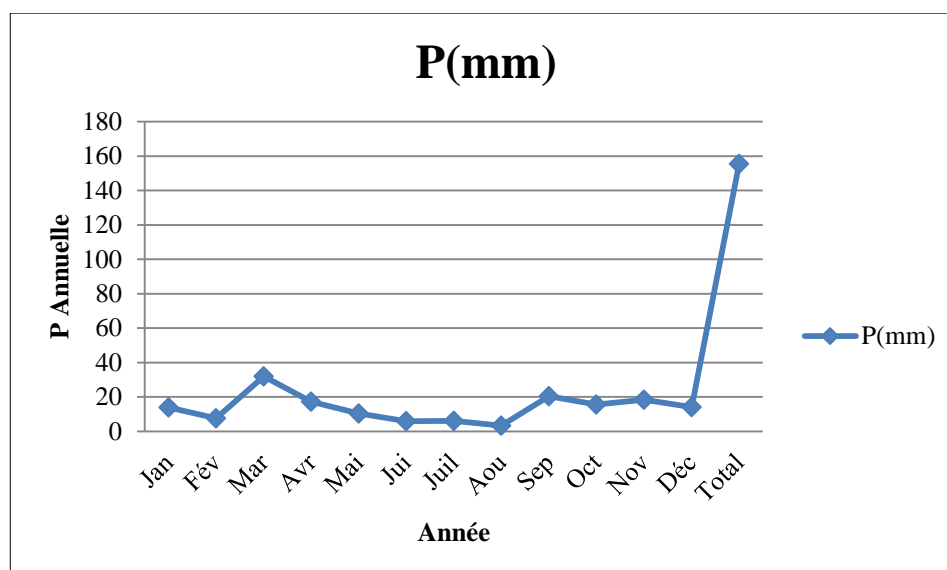


Figure 2.3. Variations interannuelles des précipitations annuelles (1984-2013).

2.1.3.3. L'humidité relative

Selon Ramade (2002), c'est le rapport entre la teneur en vapeur d'eau de l'air et la masse théorique de vapeur d'eau que peut renfermer l'atmosphère à saturation compte tenu de la température et de la pression barométrique existante.

2.1.4. La population

Les données statistiques exhaustives du recensement de la population et de l'habitat 2012 la wilaya de Biskra, sont :

- La population de la croissance annuelle est de 2.05% ;
- La densité populaire est de 34 hab /km² ;
- Le nombre total de la population atteint 722270 habitants (DPAT, 2008).

2.1.5. Principales industries

La wilaya dispose d'un tissu industriel diversifié avec 7 institutions du secteur public et 60 établissements privé ainsi que 26 mines utilisés.

Les tissus industriels :

Le tissu industriel de la ville de Biskra est dominé par les deux grands complexes industriels (ENICAB et la TIFIB ex : ELATEX) respectivement entreprise nationale d'industrie de câbles et complexe des textiles, ainsi que les unités suivantes :

- Unité locale (UCMG, EAGB, UAG et ECATEK)
- Unité liée au secteur de l'énergie (NFTAL et SONELGAZ),Moulins des Ziban, Petites unités de production,
- Station de lavage et de dégraissage de véhicules,Bains et douche (HAMMAM SALHINE).
- ENASEL (El Outaya)
- Unité de plâtre d'Ouled Djellal
- Abattoirs (générateurs de pollution organique)

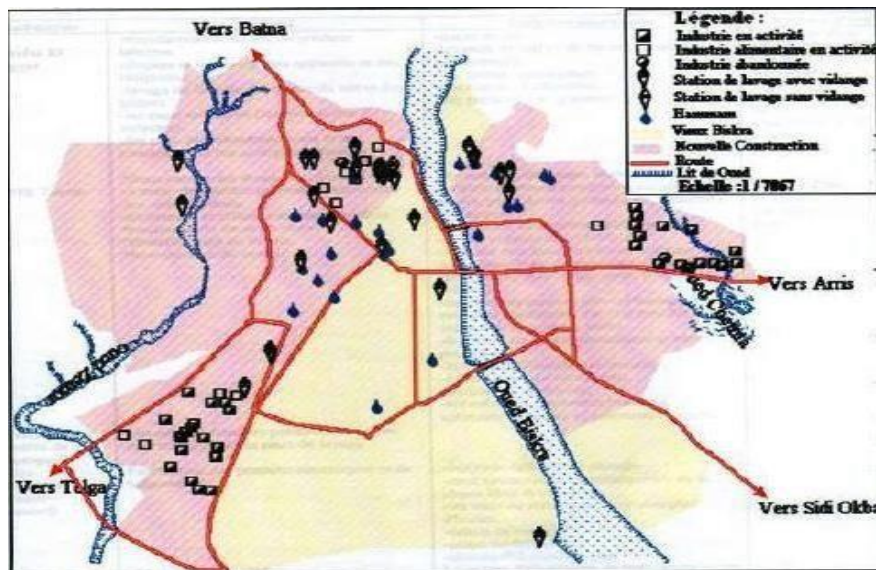


Figure 2.4. Localisation des différentes industries de la ville de Biskra (Bouchham, 2008).

Ces industries et d'autres unités de moyenne et petite taille rejettent une pollution chargée en polluants et déversent leurs influents dans les oueds de la région qui reçoit un volume très important des déchets liquides pollués.

Les données recueillies auprès de l'inspection de l'environnement de Biskra ont permis d'évaluer approximativement les débits moyens des eaux usées des principales unités industrielles, dont les rejets de la TIFIB représentent environ 92% des rejets totaux soit 3850 m³/jour, et l'ENICAB avec environ 4 soit 170 m³/jour /jour, ainsi que les mêmes débits de 4% pour les autres unités implantées dans la zone industrielle.

Le volume des eaux usées domestiques non traitées rejetées est important enregistré au niveau de Direction d'Hydraulique de Wilaya avec une valeur de 18703490 m³/j à partir de plus de 33 points de rejets (Khadraoui, 2012).

Tableau 2.3. Evolution des besoins en eaux industrielles de la wilaya de Biskra (Sedrati, 2011).

Année	1986	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
Besoin industrie (Hm3 /an)	0.90	0.96	1.14	1.23	1.31	1.40	1.50	1.56	1.66

2.1.6. Caractéristiques du réseau d'assainissement

Tableau 2.4. Représentation du réseau d'assainissement de Biskra (Direction del'hydraulique de Biskra, 2015).

Réseau	Caractéristiques
Centre-ville	Le damier est assaini par le système du collecteur ovoïde, repris en buse à proximité de l'hôtel des Ziban pour se jeter sur un terrain agricole situé à M'cide et Oued Biskra.
Zone Sud	Est drainé par des collecteurs pour se jeter à Oued Biskra.
Zone Ouest	Cette zone était initialement dotée d'un système d'assainissement séparatif eaux usées/eaux pluviales, mais depuis l'urbanisation intensive et l'extension de cette zone Ouest, une partie des eaux usées est drainée dans le dalot du système eaux pluviales. Le rejet final s'effectue sur des terres agricoles dans la commune d'El Hadjeb (lieu d'implantation de la future décharge), située au Nord-Ouest de Sidi Ghazel à proximité d'Oued Z'mour.
Zone Industrielle	Les eaux pluviales sont collectées dans les canaux ouverts. Les eaux usées sont drainées dans des conduits et le rejet s'effectue sur des terres agricoles Nord-Ouest de Sidi Ghazel.
Zone Est et El Alia	Sont dotées de collecteurs, le rejet s'effectue dans la nature alors qu'initialement ces eaux était destinées vers Oued Biskra.
Zone des Parcs	Les eaux usées de cette zone s'effectuent dans la nature (prévu initialement vers Oued Biskra).
Feliache	Assainie par des collecteurs, le rejet s'effectue vers Oued Biskra.

2.2. Localisation du site de rejet de la ville de Biskra

Le débit d'eau usée moyen est de 200 /hab. /J. Il n'existe aucune station d'épuration des eaux usées urbaines, elles sont déversées dans les oueds pour la plupart des agglomérations (Direction d'Hydraulique de Biskra, 2015). Dans la ville de Biskra, il existe 04 émissaires drainant effluents vers les oueds :

2 émissaires, de la partie centrale de la ville les drainant vers Oued Biskra proche de l'aéroport.

1 émissaire, de la zone Ouest et de la zone industrielle vers Oued Z'mor.

1 émissaire, de la zone Est vers Chaâbet Roba (A.N.A.T, 2003).

2.2.1. Le Site : Oued Z'mor

Situé à l'Ouest de la ville de Biskra traverse les monticules et El Corab au niveau du passage dit foug Maouia. Il est alimenté au cours de trajet par les affluents suivants :

- Oued Hammam.
- Oued Hassi mebrouk.
- Oued El Tera.
- Oued Leham.

Il est caractérisé par des conduites d'un diamètre $\Phi=1500\text{mm}$ et une pente de $I=1.5\%$. Il collecte les rejets du secteur Ouest de la ville (zone industrielle- centre de formation – 726 logts- de l'Ex souk el felleh...).

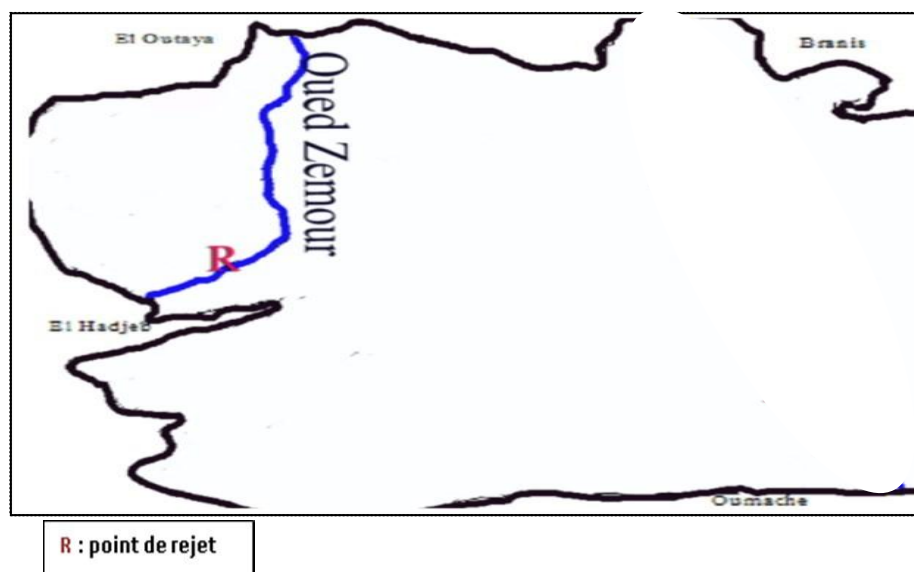


Figure 2.5. Localisation du site de rejets d'eaux usées de Oued Z'mor (BOUCHAHM, 2008)

2.3. Type et période de travail

Dans le but de déterminer les analyses physico-chimiques et métalliques, nous avons réalisé les analyses physico-chimiques sont effectuées in situ, et les analyses métalliques sont réalisées au niveau de Laboratoire **Sonatrach boumerdes**.

Ce travail a été réalisé au niveau de la ville de Biskra sur les paramètres physico-chimiques et métalliques de site de rejet Oued Z'mor durant la période de six mois : de Décembre 2018 jusqu'en Mai 2019.

2.4. L'échantillonnage

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 immédiat.

2.5. Prélèvement

Nous avons effectué un prélèvement pour l'analyse les traces métallique du site. Nous avons utilisé des petits seaux stériles munis d'un cordon. Au moment du prélèvement, on introduit le petit seau dans le rejet en prenant soin de ne pas contaminer l'échantillon. Ensuite, on retire le seau rempli d'eau. On détache le cordon et on garde le contenu dans des

bouteilles en verre colorées de 01 litre puis renfermé dans les conditions aseptiques requises jusqu'au moment de l'analyse métallique.

2.6. Transport

Le flacon doit être lisiblement étiqueté et envoyé sans retard au laboratoire, accompagné d'une note portant tous les renseignements nécessaires.

2.7. Lieux de réalisation des analyses

Les analyses physico-chimiques sont effectuées in situ plus les analyses métalliques réalisées au niveau de laboratoire de **Sonatrach boumerdes**

2.8. Les méthodes d'analyse

2.8.1. Analyse des paramètres physico-chimiques

pH : la mesure est faite avec un pH mètre sans unité.

Température : la mesure est prise avec le thermomètre l'unité est le C°

Conductivité : mesurée en micro-siemens par cm($\mu\text{S}/\text{cm}$) avec un conductimètre.

2.8.2. Analyse des paramètres métalliques

2.8.2.1. Préparation d'échantillon

Un échantillon destiné aux analyses des éléments traces métalliques est immédiatement filtré le maximum par des papiers filtres (filtré plusieurs fois jusqu'à obtenir une eau non trouble). Et acidifié par l'ajout de l'acide Nitrique (HNO_3 4%) pour fixer les ETM.

2.8.2.2. Dosage des éléments métalliques

Avant de doser ces métaux, il faut établir les courbes d'étalonnage, des gammes d'étalonnage sont préparées, à partir des solutions mères (à 1 g/l) des différents métaux. Des solutions filles (à 10 mg/l) sont préparées en diluant 100 fois la solution mère. À partir de ce dernier, on prépare les gammes d'étalonnage pour chaque élément à des concentrations convenables en utilisant la loi de dilution. Lors le dosage des métaux lourds on doit utiliser que l'eau bidistillé. Le dosage des éléments traces est effectué par la méthode de spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme du type Perkin Elmer, modèle PinAA cle 900T (Figure 2.6) couplé avec un logiciel WinLab 32.



Figure 2.6. Spectromètre d'absorption atomique à flamme (FAAS) (Photo original)

2.8.2.3. Principe de spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme

Est une technique fréquemment utilisée par les laboratoires d'analyse environnementale pour le dosage des métaux lourds dans différents types de matrices tels que les sédiments, les roches, l'eau et le sable. Elle étudie les émissions ou absorptions de lumière par l'atome libre, suite à la variation de son énergie par passage d'un de ces électrons externes entre deux niveaux voisins. La spectrométrie par absorption permet de doser plusieurs éléments chimiques de faible concentration (même à l'état de traces). Cette technique d'analyse se base sur l'absorption de photons par des atomes qui sont à l'état fondamental. (Traore, 2007).

Chapitre 3

Résultats et Discussions

Dans notre discussion un aspect a été ciblé :

On Se basant sur l'analyse descriptive des résultats d'analyse physico-chimiques (Température, conductivité, pH) et métalliques (Fe, Pb, Zn, Cd, Cr, Co, Cu). En traçant les différentes courbes pour la comparaison entre nous résultats et les normes Algériennes.

Les tableaux ci-dessous apportent les valeurs moyennes des différents paramètres physico-chimiques et métalliques étudiés durant six mois (Décembre2018-Mai2019).

3.1. Résultats d'analyses des paramètres physicochimiques de site de rejet

Tableau2.6. Les résultats d'analyse des paramètres physicochimiques de sites de rejets (Oued Z'mor).

Paramètres	Oued Z'mor			Normes
	Min	Max	Moy	
pH	7.01	8	7,6	6,5 – 8,5
Température	13	26	19,1	30(°C)
Conductivité	1400	7700	3846	2000 (Us/cm)

3.1.1. pH

Les valeurs de pH obtenues de (Oued Z`mor), est représentée dans la figure ci-dessous.

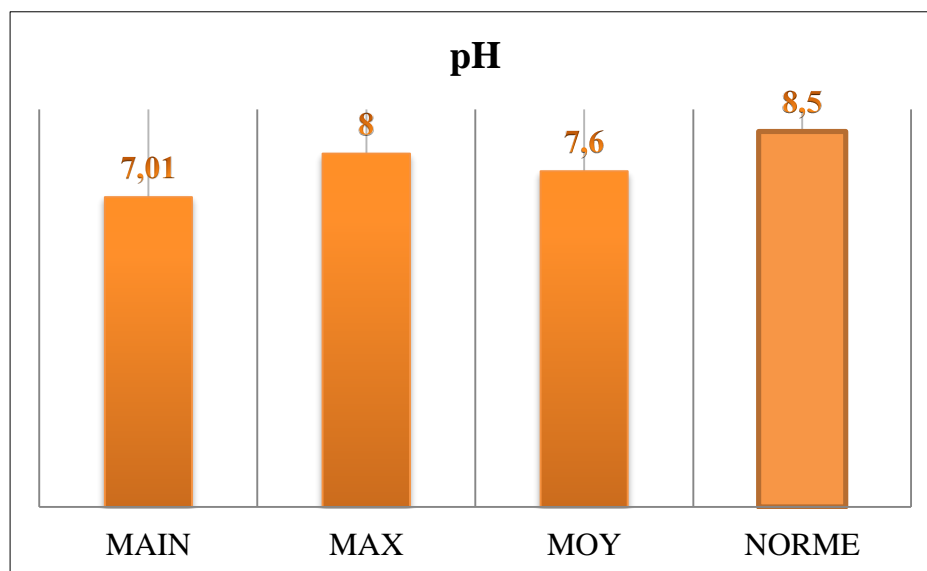


Figure 2.7 : Variations de pH dans le site de rejet (Oued Z`mor)

D'après ces résultats (Figure 2.7), nous constatons que les pH moyens obtenus au niveau du site (Oued Z`mor) sont semblables et ne dépassent pas 8 et varient entre 7 et 8. Donc un pH plus ou moins basique. La réglementation algérienne indique que le pH doit être compris entre 6.5 et 8.5 (voir Annexe I), Le pH conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques (Saggai *et al.*, 2015). Il influence la plupart des mécanismes chimiques et biologiques dans les eaux (Derwiche *et al.*, 2010).

Le pH est un facteur très important qui influence le comportement des métaux dans le milieu, ce qui permet de contrôler la répartition des ETM entre la colonne d'eau et la phase sédimentaire (Stevenson J, 1994). En milieu acide, les cations métalliques adsorbés à la surface de la matière organique, des particules d'argile et des oxydes de fer et de manganèse sont relargués dans la phase dissoute par compétition entre les cations et les protons (Forstner U *et al.*, 1989]. Au contraire un milieu basique favorise l'adsorption des ETM en diminuant la concurrence sur ces mêmes sites réactionnels entre les protons et les ions métalliques.

Nos résultats révèlent que le pH de site de rejet est plus ou moins basique et ne dépasse pas les normes recommandées (6,5-8,5) ce qui permettent un développement normal de la faune et de la flore.

3.1.2. Température

Les valeurs de Température de rejets (Oued Z`mor), est représentée dans la figure ci – dessous.

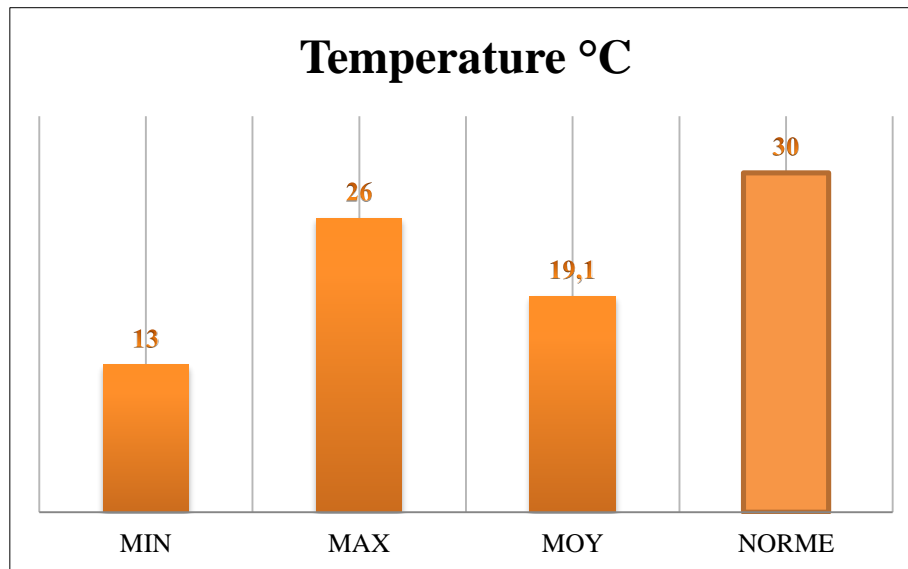


Figure 2.8 : Variations des températures dans le site de rejet (Oued Z`mor).

D'après les résultats (Figure 2.8), nous constatons que les valeurs extrêmes de température obtenues au niveau de ce site varient entre 13 à 26 °C et ne dépassent pas 30°C.

Les résultats obtenus sont comparés aux normes algériennes (Journal officiel de la république algérienne n° 26, 2006)30°C (voir Annexe I), ils montrent que les variations de la température ne dépassent aucun cas celle fixées par les normes, la valeur maximale enregistré est de 26°C au niveau de Oued Z`mor.

3.1.3. Conductivité

Les valeurs de Conductivité de site de rejet (Oued Z`mor), sont représentées dans la figure ci –dessous.

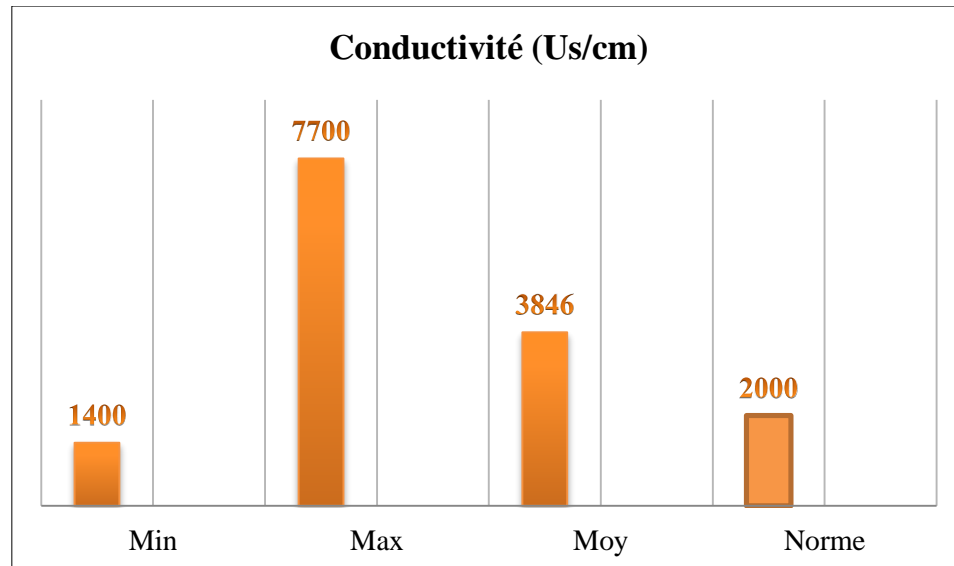


Figure 2.9 : Variations de Conductivité dans le site de rejet (Oued Z`mor).

D`après les résultats (Figure 2.9), on obtient une CE égale à 7700 Us/cm dans (Oued Z`mor) avec des valeurs extrêmes obtenues varient entre 1400 Us/cm a 7700 Us/cm.

Sa mesure indique le taux des sels dissous présents dans une eau et par conséquent son pouvoir conducteur. Elle est peut-être utilisée comme indicateur de pollution dans les études environnementales, pour montrer les apports importants en sels d`origine naturelle (basin versant) et/ou anthropique (rejets des usines de dessalement et rejets industriels). (RODIER *et al.*, 2009).

Les résultats des analyses de la CE de Oued Z`mor dépassent fortement les normes recommandées (2000 Us/cm). Ils sont caractérisés par une minéralisation très forte.

3.2. Résultats d'analyse des paramètres métalliques de site de rejet

Le suivi des concentrations en élément traces métalliques est particulièrement important vu leur toxicité et leur capacité de bioaccumulation.

Dans notre étude, on s'est limité à la détermination et la caractérisation des neuf éléments traces métalliques (Fe, Ni, Al, Pb, Zn, Cd, Cr, Co, Cu) de Oued Z'mor.

3.2.1. Teneur en Fer

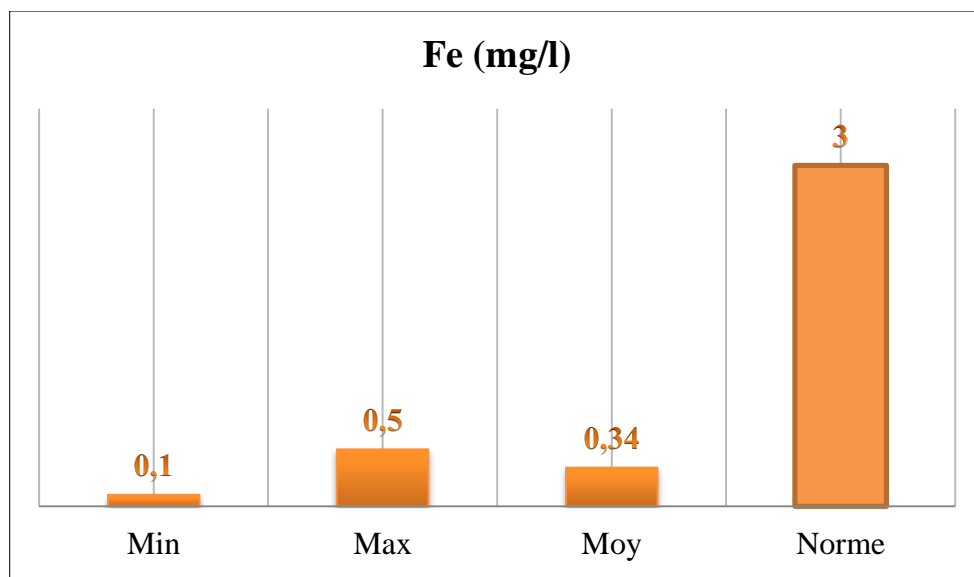


Figure 2.10 : Teneur en Fer dans le site de rejet (Oued Z'mor).

D'après l'histogramme obtenu à partir des résultats des concentrations du site de rejet de la ville de Biskra, Oued Z'mor on constate que les concentrations en Fer mesurées ne dépassent pas les normes qui sont fixé à 3 mg/l (voir Annexe I). La forte teneur en ce métal enregistrée est (0.5 mg/l).

Selon Debieche (2002), la présence de fer dans l'eau peut avoir diverses origines : naturelles par lessivage des terrains argileux ou industriels (la métallurgie). Le fer est un élément essentiel pour la survie des êtres humains. Il est présent en faible quantité dans notre organisme (0.005 % de poids corporel) et joue chez l'homme un rôle important dans plusieurs fonctions biologiques. Le fer est un des nutriments qu'on retrouve dans les aliments, parce que cet élément est essentiel pour l'homme (et les autres organismes) notamment dans la composition de l'hémoglobine du sang qui permet aux globules rouges la fixation et le transport de l'oxygène dans le corps humain (Anonyme, 2007).

3.2.2. Teneur en Plomb

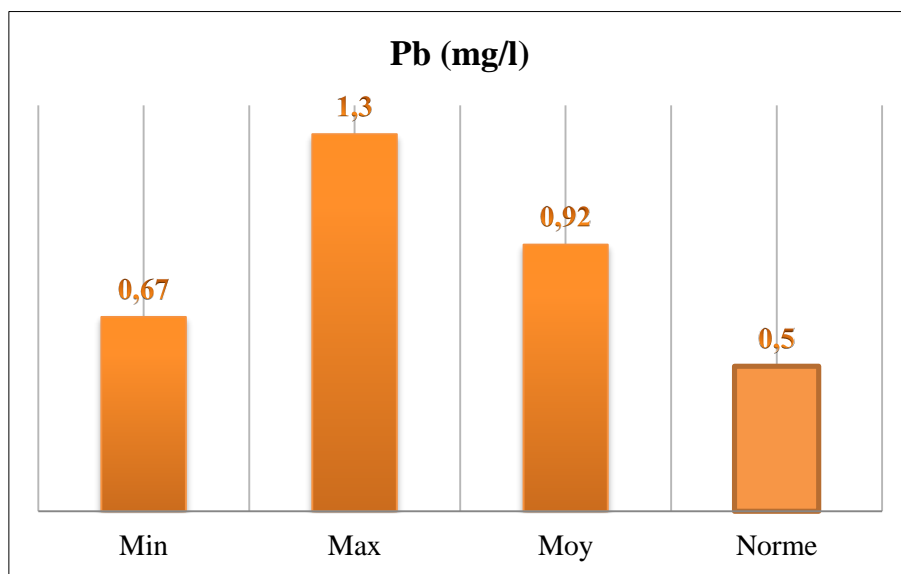


Figure 2.11 : Teneur en Plomb dans le site de rejet (Oued Z`mor).

D'après les résultats obtenus (Figure 2.11) : on obtient une forte concentration en Plomb dans le site. Les teneurs en Plomb dépassent la norme établie (0,5 m/l). Ces teneurs attribuaient aux rejets importants de la ville de Biskra, au nombre d'habitants, et aux activités industrielles et agricoles, il reçoit des rejets urbains et industriels.

Ils proviennent principalement des industries qui extraient et purifient le Pb naturel et qui recyclent les composants contenant le Pb comme les batteries (Huynh, 2009).

La présence du Plomb à des taux élevés est toxique. Il est connu pour empêcher la fabrication de l'hémoglobine et modifier la composition du sang (Zerki, 2013). L'effet toxique : Anémie, dommages cérébraux, dommages gastro-intestinaux, retard mental chez les enfants, perte d'appétit (Salman *et al.*, 2014), de plus il diminue la biosynthèse de l'hème ; les blocages enzymatiques conduisant à une augmentation sanguine et urinaire de l'acide amino-lévulinique, de porphyrines, et à une anémie (diminution de la biosynthèse de la globine, baisse de la synthèse d'érythropoïétine, raccourcissement de la demi-vie des globules rouges en raison du blocage de l'ATPase membranaire (Goullé JP.1989).

3.2.3. Teneur en Zinc

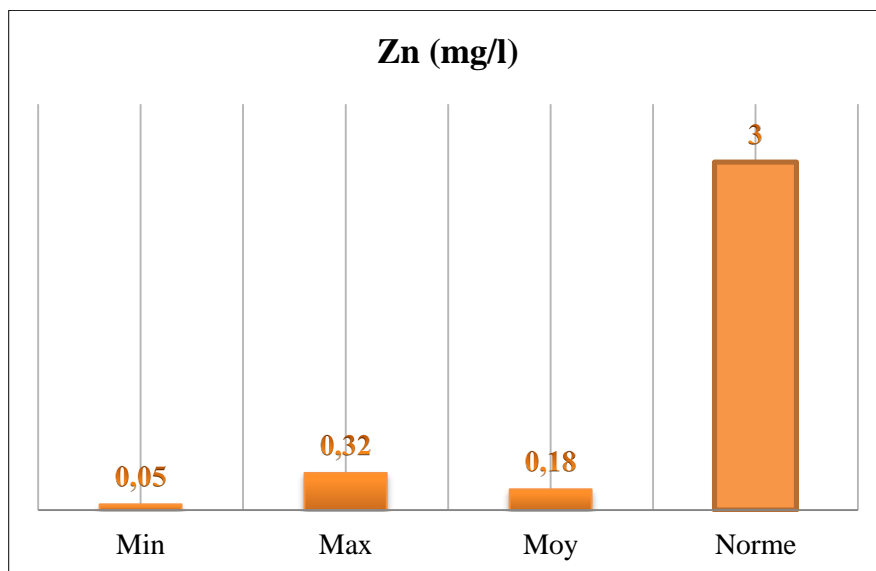


Figure 2.12 : Teneur en Zinc dans le site de rejet (Oued Z'mor).

Les concentrations de Zinc dans le site de rejet (Oued Z'mor), nous constatons que les teneurs en Zinc sont presque semblables, Ces teneurs ne dépassent pas la valeur limite préconisée 3 mg/l, donc ils n'ont pas un effet remarquable. Les teneurs enregistrées sont dues aux polluants qui proviennent de la décharge de la ville de Biskra et aussi aux activités humaines : industrielles (alliages fabrication de pigments de teinture et de pesticides) et activités urbaines.

Zn est présent dans plusieurs centaines d'enzymes, et participe aux échanges oxygène-gaz carbonique par les globules rouges. Le zinc semble également intervenir dans les processus immunologiques (Anonyme, 2007). Mais, les effets toxiques observés sont surtout le fait d'oxyde ou chlorure de zinc utilisés dans l'industrie. Les troubles physiologiques humains causés par ce type d'intoxications dans un cas primaire, vont comprendre des nausées et des troubles du système gastro-intestinal, et seront suivis de complications dans le système respiratoire ainsi que par des affections cutanées (Yong *et al.*, 1993). Enfin, Zn est soupçonné être cancérigène pour l'homme (Emsley, 1991 ; Yong *et al.*, 1993).

3.2.4. Teneur en Nickel

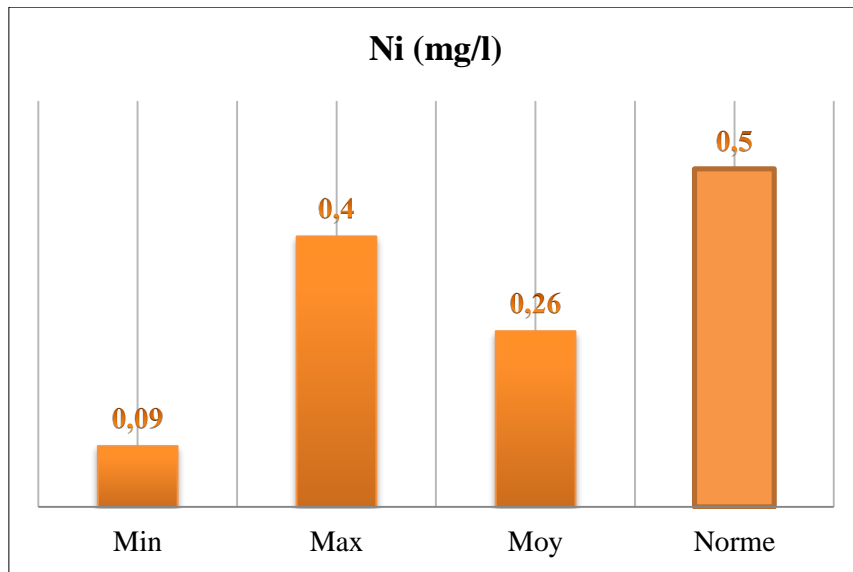


Figure 2.13 : Teneur en Nickel dans le site de rejet (Oued Z`mor).

D'après les résultats obtenus (Figure 2.13) : on obtient des concentrations moyennes en Nickel de (0,26mg/l). Ces teneurs restent aux normes établies (0,5mg/l). En général, les rejets de nickel dans le milieu naturel proviennent surtout d'activités d'extraction de métaux communs, de fusion et de raffinage, émaillage de porcelaine, métal non ferreux, formulation de peinture, galvanoplastie (Salman *et al.*, 2014).

De point de vue toxicité, Le nickel pourrait avoir déformation de diverses parties de la plante, diminution du rendement, apparition de taches sur les feuilles, forme anormale des fleurs, inhibition de la germination et pour l'homme causé la bronchite chronique, fonction pulmonaire réduite, Cancer du Pomon (Salman *et al.*, 2014).

3.2.5. Teneur en Chrome

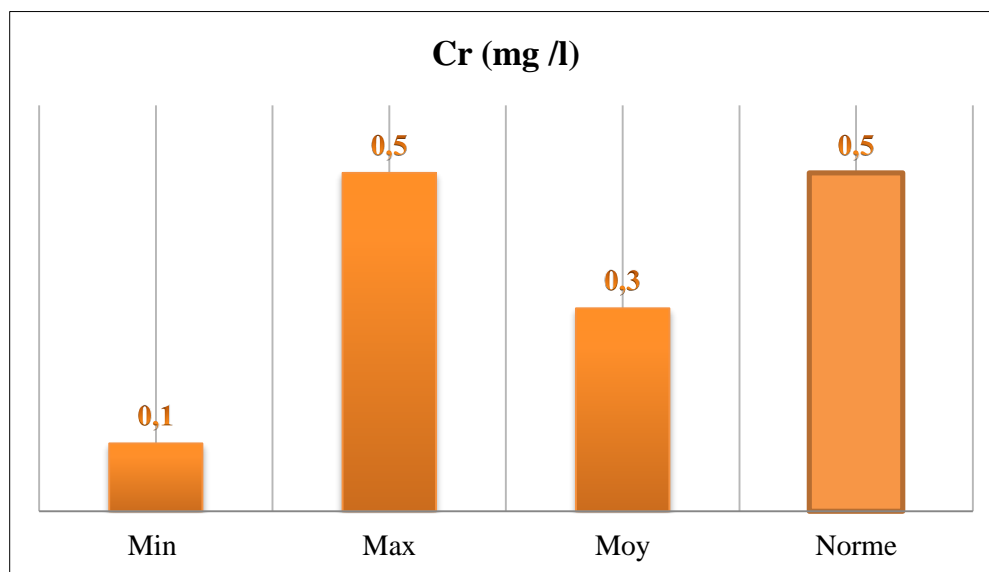


Figure 2.14 : Teneur en Chrome dans le site de rejet (Oued Z`mor).

D'après l'histogramme ci-dessus (Figure2.14), nous constatons que le teneur le plus chargé en Chrome atteint une valeur maximale 0.5 mg/l. Ces teneurs équivalents à la norme recommandée (0,5 mg/l), et sont dus aux rejets industriels, en plus aux effluents domestiques.

Le chrome est un oligo-élément essentiel pour le métabolisme du sucre chez l'être humain. Des études ont montré qu'une alimentation adéquate en chrome améliore la croissance et la longévité et de pair avec l'insuline, favorise un bon métabolisme du glucose, des lipides et des protéines.

Le chrome est un oligo-élément essentiel pour les organismes vivants, et permet l'amélioration de la sensibilité des tissus à l'insuline. Les manifestations toxiques du chrome sont attribuées aux chromes hexavalents. Parmi ces manifestations, des bronchites Cancérogène, mutagène, tératogénicité, causée de douleur épigastrique, vomissement, diarrhée sévère, produisant des tumeurs pulmonaires (Salman *et al.*, 2014).

3.2.6. Teneur en Aluminium

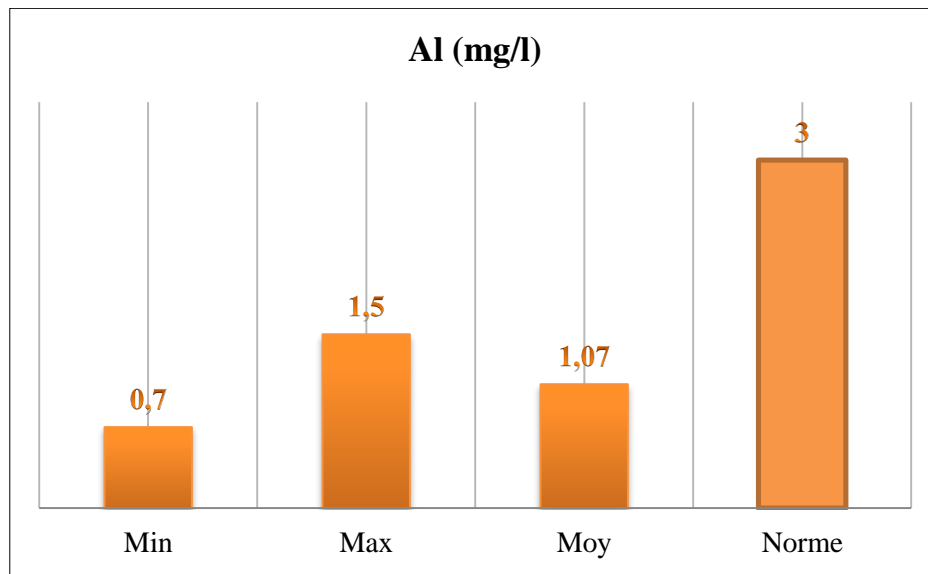


Figure 2.15 : Teneur en Aluminium dans le site de rejet (Oued Z mor).

D'après les résultats obtenus (Figure 2.14) : nous constatons que les teneurs en Aluminium sont presque semblables, avec des concentrations moyenne (1,07mg/l), elles ne dépassent pas les normes établie (3mg/l).

L'Aluminium reconnu comme un métal non essentiel, Contrairement au fer ou au zinc, il n'a aucune fonction biologique. Les principaux facteurs qui influencent l'absorption d'aluminium sont : la solubilité, le pH et la forme chimique. Des concentrations plus élevées proviennent aux rejets des déchets miniers. Les effets avérés liés à l'accumulation d'aluminium sont : des atteintes neurologiques à type d'encéphalopathie, des troubles osseux à type d'ostéomalacie, des perturbations de l'érythropoïèse à type d'anémie hypochrome, (YONG *et al.*, 1993).

3.2.7. Teneur en Cobalt

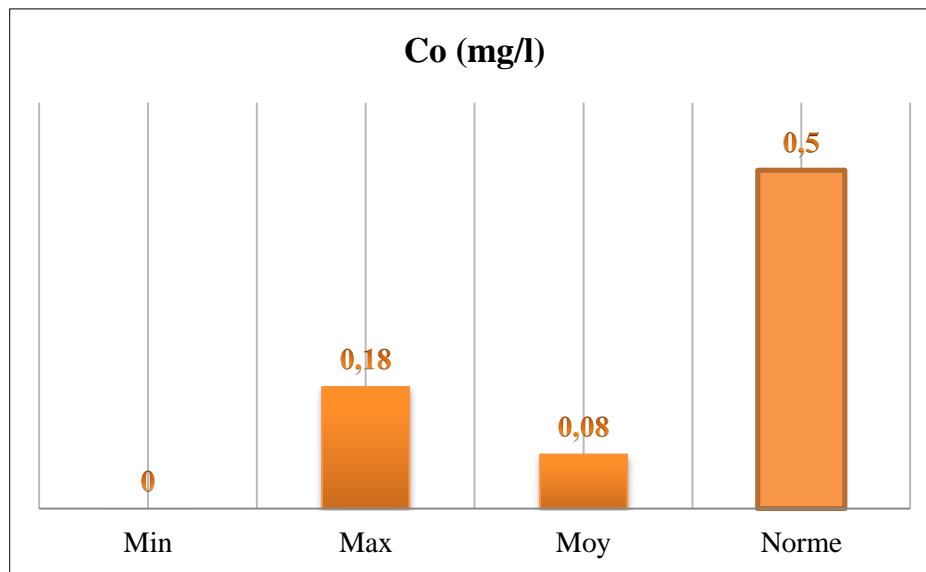


Figure 2.16 : Teneur en Cobalt dans le site de rejet (Oued Z`mor).

D'après les résultats obtenus (Figure 2.16) : nous constatons que les teneurs en Cobalt sont faibles, avec des concentrations moyennes de (0,08 mg/l). Ces teneurs restent inférieures à la norme (0,5 mg/l), dans ce cas il est présent à l'état de traces, donc il n'est pas toxique. Sa présence dans les eaux due à l'érosion des conduites ou de l'activité industrielle.

Le cobalt est un élément trace indispensable à la vie humaine, il est présent dans la vitamine B 12 et aide l'organisme à assimiler cette vitamine essentielle et aussi employé comme traitement contre l'anémie, parce qu'il favorise la production des globules rouges. Le cobalt est peu toxique par comparaison à bien d'autres métaux présents dans l'environnement, il est souvent associé au nickel, l'argent, au plomb et au cuivre (Debieche T. H, 2002).

Le cobalt est un cofacteur de la cyanocobalamine (vitamine B12) qui intervient comme coenzyme de nombreuses réactions enzymatiques. Mais, le cobalt peut remplacer le magnésium et le calcium (inhibition compétitive) et influencer de plusieurs voies enzymatiques (Traoere S, 2007).

3.2.8. Teneur en Cadmium

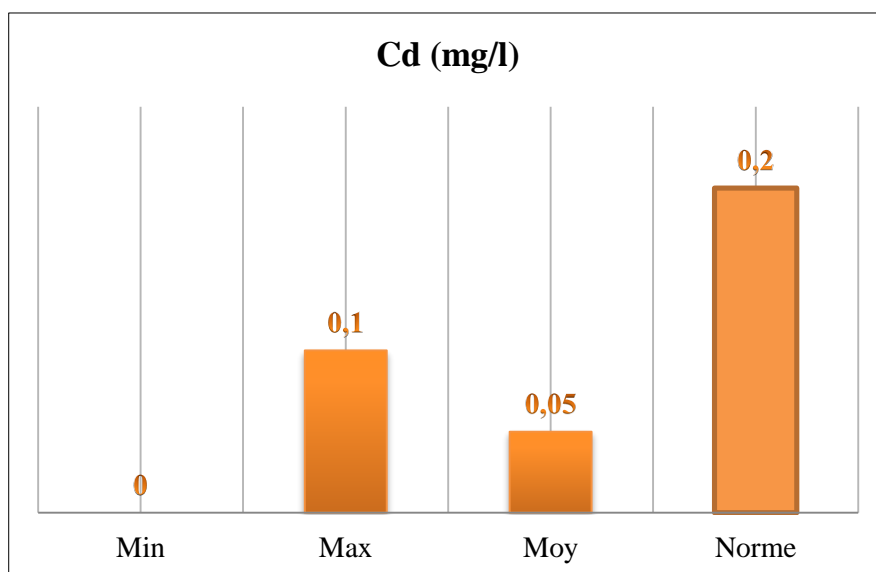


Figure 2.17 : Teneur en Cadmium dans le site de rejet (Oued Z`mor).

D'après les résultats obtenus (Figure 2.17) : on obtient une forte concentration en Cadmium (0.1 mg/l) avec des valeurs moyenne (0,05 mg/l) dans le site mais elles restent à la norme recommandée (0,2 mg/l). L'origine du Cd doit être recherchée dans les effluents industriels (galvanoplastie comme un protecteur contre la corrosion, en particulier) et agricoles. Il est très utilisé dans diverses industries dont l'industrie de fabrication des engrais phosphatés, il est presque toujours associé à des minerais de Zn ou de Pb (Le Goff F *et al.*, 2004).

Le cadmium est un métal très toxique affectant la physiologie des organismes à de faibles concentrations (Sanità D.T et Gabrielli R, 1999). La plupart des implications majeures pour la santé du Cd²⁺ chez l'homme se compose d'une atteinte hépatique, d'une dysfonction rénale et de l'hypertension (Klaassen, 2001).

La toxicité du cadmium est liée à la perturbation du métabolisme du zinc et secondairement d'autres éléments essentiels tels que le calcium, le fer et le cuivre. Le cadmium est aussi considéré comme un agent carcinogène (Thun *et al.*,1991 ; Waalkes, 2000).

3.2.9. Teneur en Cuivre

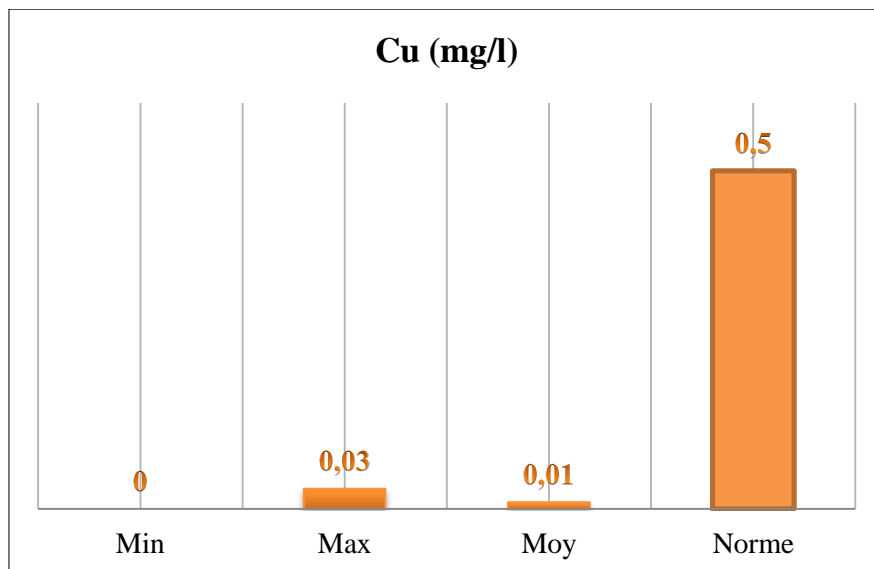


Figure 2.18 : Teneurs en Cuivre dans le site de rejet (Oued Z`mor).

Les concentrations de Cuivre mesurées dans le site de rejet (Oued Z`mor) ne dépassent pas les normes révisées (0.5mg/l) (voir Annexe I).

Ces teneurs en Cuivre sont faibles, dans ce cas il est présent à l'état de traces. De point de vue toxicité, il a été démontré que le Cuivre est moins toxique que les autres éléments, ces teneurs peuvent être expliquées par un apport anthropique lié à l'activité industrielle dans la ville et en plus, aux effluents domestiques (Rodier J, 2009). Il semble que ces concentrations plus faibles proviennent des eaux résiduaires rejetées dans l'oued. Une seconde origine éventuelle du Cu est l'agriculture où les sels de cuivre sont largement utilisés (Rodier J *et al.*, 2009 ; Savary P, 2003).

Le cuivre est un oligoélément essentiel à la vie humaine, mais une grande quantité est toxique pour les organismes vivants. Il entre dans la formation d'hémoglobine et la maturation des polynucléaires neutrophiles et il a une importance capitale dans l'entretien des processus biologiques (RODIER *et al.*, 2009). Il est largement utilisé en industrie chimique pour la fabrication des produits phytosanitaires (insecticides, fongicides, algicides). Les effets toxiques du cuivre sur la santé humaine sont connus en altérant le cerveau, le pancréas, le foie, la peau et le cœur (Derwich E *et al.*, 2010).

Conclusion

Conclusion

Les activités urbaines, industrielles et agricoles sont responsables d'une contamination croissante des sols et de l'eau par les ions métalliques. Les êtres vivants sont exposés à ces éléments dont le potentiel toxique est indéniable. Les métaux lourds sont parmi les contaminants majeurs de l'environnement, posent de sérieux problèmes écologiques, tant par le caractère ubiquiste de leur présence au sein de la biosphère que par leur forte rémanence, leur transfert potentiel vers les organismes vivants et leur toxicité élevée. A ce jour, aucune fonction métabolique connue ne requiert à certains métaux lourds, qui présentent une importante toxicité, même à faible dose, pour les animaux et les plantes. Leur accumulation dans les différents compartiments des écosystèmes, génère par conséquent un risque non négligeable pour les équilibres écologiques et la santé publique

A la lumière de cette étude nous avons évalué les concentrations en éléments traces métalliques (Fe, Ni, Al, Pb, Zn, Cd, Cr, Co, Cu) dans les eaux usées de site de rejet de la ville de Biskra (Oued Z'mor), les résultats obtenus révèlent que les paramètres étudiés ne dépassent pas les normes établies, sauf que les teneurs en plomb enregistrées dans le site avec les teneurs normales a permis de détecter une contamination assez répandue suivie par le chrome.

La qualité des eaux usées rejetées dépend essentiellement de la quantité d'eau consommée (Dotation journalière par habitant), du pourcentage de cette quantité qui se retrouve à l'égout et qui dépend des conditions climatiques, du niveau de vie de la population liés au réseau d'épuration, aux habitudes sociales et au type d'habitat. Au terme de ce bilan de degré physico-chimique de pollution, on peut noter que l'ensemble des paramètres étudiés des eaux usées des rejets d'Oued Z'mor sont de faible concentration sauf le Plomb.

Certes, ces métaux même à des faibles concentrations leurs impacts écologique et sanitaire peuvent être importants et provoquent un danger après une exposition à long terme, la santé humaine est gravement touchée par les maladies liées à l'eau, de même que par la pollution due à des rejets de produits chimiques dans l'eau issus des différentes activités

Cette étude nous a permis de déduire que la qualité de l'eau d'Oued Z'mor et de ses affluents a été altérée par les activités anthropiques et les phénomènes naturels.

Références Bibliographiques

- Abibsi N. 2011. Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantes (phytoepuration) pour l'irrigation des espaces verts application á un quartier de la ville de Biskra. Thèse de magister, hydraulique urbaine et ouvrages hydrotechniques, université Mohamed Khider, Biskra, p.114.
- Adjagodo A., Kelomè NC., Vissin EW. 2017. Pollution Physique Et Bactériologique De L'eau Du Fleuve Dans La Basse Vallée De L'ouémé Pendant Les Périodes De Basses Et Hautes Eaux Au Bénin. *European Scientific Journal, ESJ.* p.13.
- Anne M. 2003. Risques spécifiques et prévention liés à l'exposition au plomb. *Corpu Médicinal,Rapport*, p.5.
- Anonyme. 2007. *Britannica Encyclopedia.* Sociedad Comercial y Editorial santiago Ltda., Lima, 2800 p.
- Anonyme. 2007. Institut National de Santé Publique, (Carte de Biskra)
- Behra P., Cognet P., Debenest G. et Dufresne M. F. D. 2013. Chimie et environnement : cours, études de cas et exercices corrigés. Collection Sciences sup. Paris. Dunod. Volume 1. ISBN 978-2-10-056895-6. XV-415 p
- Bouchham N. 2008. Évolution de sites potentiels de pollution des eaux souterraines par les eaux usées. Cas de la ville de Biskra. Thèse d'ingénieur en écologie végétal et environnement.Université de Biskra
- Boufedda F., Ghecham N., Sabah F., 2010. Analyse des paramètres physico-chimique et bactériologique des trois principaux sites de rejets de la ville de Biskra (Chaâbet Roba, Oued Biskra et Oued Z'mour) ; Mémoire d'Ingénieur d'état en Ecologie végétale et Environnement,université de Biskra, pp. 3-62.
- Bougherira N., Hani A., Toumi F. 2017. Impact des rejets urbains et industriels sur la qualité des eaux de la plaine de la Meboudja (Algérie). *Hydrological Sciences Journal.* 62 :1290–1300.
- Bourrelier PH., Berthelin J., 1998. Contamination des sols par les éléments en traces : les risques et leur gestion. In : *Tec Doc Lavoisier*, Paris, 440 p
- Bouziani M. 2000. L'eau : de la pénurie aux maladies.Editions Ibn-Khaldoun, Oran, Algérie, 247p.
- Debieche T. H. 2002. Evolution de la qualité des eaux (salinité, azoté et métaux lourds).sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Thèse de doctorat en Science de terre,Université Mentouri, Constantine, pp.44-55.

- De Burbure C., Buchet JP., Leroyer A. 2005. Renal and neurologic effects of cadmium, lead, mercury, and arsenic in children: evidence of early effects and multiple interactions at environmental exposure levels. *Environmental health perspectives*. 114:584–590.
- Denis D., Larbaigt., Derangere.1996. Martigne, Seguret, (2): 81-118.
- Davis J. A., Volesky B., Vierra R. 2000. Sargassum seaweed as biosorbent for heavy metals, *Water Research*. Mémento technique de l'eau. 10^e édition. Paris. 2 volumes. ISBN 2-7430-0717-6. LXI-LV11, 1718-[66] p. Tome 1. 585 p.
- Derwich E., Benaabidate L., Zian A. 2010. Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec Oued Fes. *Larhyss Journal*. 2010 Jun, pp. 101–112.
- Diab W. 2016. Etude des propriétés physico-chimiques et colloïdales du bassin de la rivière Litani, Liban. Thèse de Doctorat. Université de Lorraine (France), 214 p.
- Dhwto. 2006. Direction d'hydraulique de la wilaya de Tizi-Ouzou Algérie. Rapport de situation, 66 p.
- DPAT. 2008. Annuaire statistique de la wilaya de Biskra. Wilaya de Biskra.
- DPSB. 2014. Monographie de la wilaya de Biskra. Ed. Direction de planification et de suivi budgétaire, Biskra, Algérie, 208 p
- Drever JI.2005. Surface and Ground Water, Weathering, and Soils : Treatise on Geochemistry. Elsevier.
- Duguet JP ., Bernazeau F ., Cleret D ., Gaid A ., Laplanche A ., Moles J., Montiel A ., RIOU G ., Simon P. 2006. Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine. 1^{ère} édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique de l'environnement).
- Elazhari. 2013. Étude de la contamination par les éléments traces métalliques des sédiments de l'oued Moulouya et de la retenue du barrage Hassan II en aval de la mine abandonnée Zeïda, Haute Moulouya. Master Sciences et Techniques Eau et Environnement, Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences et Techniques Marrakech, 115p.
- Elskens M. 2010. Analyse des eaux résiduaires, Mesure de la pollution. Article Technique de l'Ingénieur. Ressources documentaires, Formation Conseil. p.4200.
- Emsley J. 1991. The elements. Oxford University Press-Clarendon Press, New york, 264 p.
- Ezziane S. 2007. Traitement des eaux de rejets. Thèse de Magister, Université Hassiba Ben Bouali, Chlef, 186 p.
- Faby J.A et Brissaud F. 1997. L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau, 76 p.

- Ferhat M. 2012. Co-Adsorption des métaux lourds sur la Bentonite modifiée en présence de Flocculants minéral et Biologique. Thèse de magistère en chimie, Université de Tizi-Ouzou, p. 11.
- Franck R. 2002. Analyse des eaux- Aspects règlementaire et technique, centre régional de documentation pédagogique. Série sciences et technique de l'environnement, pp.141-166.
- Forstner U., Ahlf W., Calmano W.1989. Studies on the transfer of heavy metals between sedimentary phases with a multi-chamber device : combined effects of salinity and redox variation.
- Gaid A. 1984. Epuration biologique des eaux usées urbaines. Tome I, édition OPU, Alger, 261p.
- Goullé J-P. 1998. Métaux. In : Kintz P, editor. Toxicologie et pharmacologie médico-légales. Paris : Elsevier ; 1998. P. 189–232.
- Le Goff F., Bonnomet V., 2004. Devenir et comportement des métaux dans l'eau : biodisponibilité et modèles BLM. Ed. INERIS. 87p.
- Grosclaude G. 1999. L'eau usages et polluants, Ed INRA, Paris, tome II, p.210.
- Hayzoun H.2014. Caractérisation et quantification de la charge polluante anthropique et industrielle dans le bassin du Sebou. Thèse de Doctorat. Université de Toulon (France), 175 p.
- Huynh T. M. D. 2009. Impacts des métaux lourds sur l'interaction plante / ver de terre / microflore tellurique. Thèse de Doctorat, Université Paris, Paris, 145 p.
- Ivanowsky A.2016. Ouvrages d'assainissement des eaux et qualité du milieu récepteur en zone urbaine. Cas de rejets dans la Marque à Villeneuve d'Ascq. Thèse de Doctorat. Université de Lille, France, 229 p.
- Joel G. 2005. Guide des analyses de la qualité de l'eau. Territorial éditions, paris, pp. 129-19
- Kabata Pendias A et Pendias H., 2001. Trace éléments in soils and plants. CRC Press,London.
- Khadraoui A. 2011. Eau et Impact Environnement dans la Sahara Algérien. Définition Evaluation de développement, édition, office des publication universitaire, pp.55-95.
- Khan A. T., Graham T. C., Ogden L., Ali S., Salwa Thompson S. J., Shireen K. F., Mahboob, M. 2007. A two-generational reproductive toxicity study of zinc in rats. Journal of environmental science and health. Part42, pp. 403-15.
- Klaassen C. D. 2001. Heavy metals and Hardmen JG, Limbird LE, Gilman AG (eds).

- Goodman and Gilman : The pharmacological Basis of Therapeutics, McGraw Hill, New York, pp. 1851-1875.
- Leclant F. 1970. Les aphides et la lutte intégrée en vergers, Bull ; Teck., Inf., P249, pp. 259-274.
- Lemire J. M., R. Appanna VD. 2007. Zinc toxicity alters mitochondrial metabolism and leads to decrease ATP production in hepatocytes. Toxicol.
- Loué, A. 1993. Oligoéléments en agriculture. Ed. Nathan (ed), pp. 45-177.
- Melghit M. 2012. Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments Eau / Sédiments de l'Oued Rhumel, et des barrages Hammam Grouz et Beni Haroun. Mémoire de Magister en Ecologie. Université Mentouri de Constantine.
- Metahri MS. 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. Thèse de Doctorat. Université de tizi-Ouzou (Algérie), 172 p.
- MIHI A. 2018. Etude écologique et cartographique de l'écosystème oasien par l'outil SIG et Télédétection : cas de l'oasis de Biskra, Algérie sud. Thèse de doctorat, université Ferhat Abbas Sétif, Algeria, 68 p.
- Monod T. 1992. Du Désert. Sécheresse.1(1) :9-10.
- Mouaki M. 2008. Evaluation de la pollution métallique des eaux usées dans les principaux sites des rejets [Chaâbet roba, oued Biskra, oued Zemmour] de la région de Biskra Mémoire d'ingénieur biologie, Université Mohamed Khider Biskra, p .10.
- Ndiaye M.L., 2010. Impacts des eaux usées sur la chimie et la microbiologie des sols. Edition : EUE. USA.
- Nehme N. 2014.Evaluation de la qualité de l'eau du bassin inférieur de la rivière de Litani, Liban : approche environnementale. Thèse de Doctorat. Université de Lorraine (France), 359 p.
- Nelly C. 2018. Relation entre la variabilité de la pollution des eaux usées urbaines et les contextes géographiques, socio-économiques et cultures au Benin et en France. Thèse de doctorat, Université de Lorraine, France, 11 p.
- Nishijo M., Nakagawa H., Morikawa Y.1995 Mortality of inhabitants in an area polluted by cadmium: 15 year follow up. Occupational and environmental medicine. 52:181–184.
- Nriagu J.O. 1996. A History of Global métal Pollution. Science, 272(April), p.223-224.
- Oehme FW. A review on biochemical roles, toxicity and interactions of zinc, copper and iron: IV. Interactions. Veterinary and human toxicology.1990;32:456–458.
- Pincemail J., Bonjean K., Cayeux K., Defraigne J.O., 2002. Mécanismes physiologiques de la

- défense antioxydante. *Nutr. Clin. Métabol.* 16, 233–239.
- Radoux M.1995. Qualité et traitement des eaux. Fondation universitaire Luxem bourgeoise, station expérimentale de viville Bruxelles, p.153.
- 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 ; aspect réglementaire et techniques, Tome I. Edition Scrérén CRDPA quitaine, Bordeaux. 71, 144p.
- Rodier J .1996. L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer) 8eme édition, DUNOD. p.557-570 et p.968-1079.
- Rodier J., bazin C., Broutin J.P., Chambon P., Champsaur H ., Rodi .2005. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.Ed Dunod, Paris, p.1383.
- Rodier J. 2009. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer,9eme édition, Dunod , Paris.
- Rodier J., Legube B., Merlet N. 2016. L'analyse de l'eau. Contrôle et interprétation. 10è édition Dunod, p.1759 .
- Saggai S., Boutouaou D., Manamani R. 2015. Effet des monocouches d'Hexadecanol utilisées pour réduire l'évaporation des plans d'eau sur la spiruline. *Revue « Nature & Technologie »*. B-Sciences Agronomiques Biologiques 13:30.
- Sanita di. Toppi, L., Gabbrielli, R. 1999. Response to cadmium in higher plants. *Environmental and Experimental Botany*, 41: 105- 130
- SavaryP. 2003. Guide des analyses de la qualité de l'eau. Ed. Dossier d'ExpertTechni. Cités, p.283.
- Sedrati N.2011.Origines et caractéristiques physico-chimique des eaux de la Wilaya de Biskra Sud Est Algérien. Thèse de magistère, Université Badji Mokhtar, Annaba, p. 11.
- Salman, H. A., Ibrahim, M. I., Tarek M. M.,Abbas, H. S. 2014. Biosorption of Heavy Metals, A Review. *Journal of Chemical Science and Technology*, 3, 4, pp.74-102.
- Souiki L., Rouahbi R., Berrebbah H., Djebar M.R.2008. Survey of the physico-chemical quality of the wastwaters of Biskra city rejected in Chabat Roba,Messdour and wadi Z'omor (Algeria), 8:231-238.
- Stevenson J. H.1994. chemistry : Genesis, composition, Reactions. John Wiley andSons (second edition), New York.
- Tabet M .2005. Etude physico-chimique et microbiologique des eaux usées etévaluation du traitement d'épuration. Thèse de doctorat, université 8 mai 1945, Guelma, p.3.

- Thun M.J., Elinder C.G., Friberg L. 1991. Scientific basis for an occupational standard for cadmium, *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 20, no 5, pp. 629-642
- Traore S. 2000. Mise en points d'analyse des trois métaux lourds dans le sel de consommation le cadmium, le plomb et le cuivre. Thèse de doctorat, Université Bamako, Mali, pp.40-42.
- Tricot A. 1999. Le cadmium. *Encyclopaedia Universalis*, France.
- UN-Water .2017. Les eaux usées, une ressource inexploitée. Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau, p.184.
- Vilagines R, (2003). Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie, 2^e édition, Editions, 198 pages.
- Yong R.N., Mohamed A.M.O., Warkentin B.P. 1993. Principles of Contaminant Transport in Soils. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp.327.
- Yu H., Song Y., Gao H.2015. Applying fluorescence spectroscopy and multivariable analysis to characterize structural composition of dissolved organic matter and its correlation with water quality in an urban river. *Environ Earth Sci*, 73: 5163–5171
- Zerki N. 2013. Apport de la chimométrie pour l'analyse et l'interprétation de quelques paramètres physicochimiques influençant la répartition des métaux lourds des éléments nutritifs et des anions dans les eaux de l'Oued de Bouregreg. Thèse de doctorat, Université Mohamed Agdal, Rabat, Maroc, pp. 12-36.
- Waalkes MP. 2000. Cadmium carcinogenesis in review. *J Inorg Biochem*, 79: pp. 241-244

Annexes

Annexe 1

Tableau 1 : Normes Algériennes de rejets des effluents liquides industriels

Paramètres	Unité	Valeurs limites	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
pH	-	6,5-8,5	6,5-8,5
MES	mg/L	35	40
Azote Kjeldahl	mg/L	30	40
Phosphore total	mg/L	10	15
DCO	mg/L	120	130
DBO ₅	mg/L	35	40
Aluminium	mg/L	3	5
Substance toxiques bioaccumulables	mg/L	0,005	0,01
Cyanures	mg/L	0.1	0,15
Fluor	mg/L	15	20
Indice de phénols	mg/L	0,3	0,5
Hydrocarbure totaux	mg/L	10	15
Huiles et graisses	mg/L	20	30
Cadmium	mg/L	0,2	0,25
Cuivre total	mg/L	0,5	1
Mercure total	mg/L	0,01	0,05
Plomb total	mg/L	0,5	0,75
Chrome total	mg/L	0.5	0,75
Etain total	mg/L	2	2,5

Manganèse	mg/L	1	1,5
Nickel total	mg/L	0,5	0,75
Zinc total	mg/L	3	5
Fer	mg/L	3	5
Composées organiques chlorés	mg/L	5	7

Décret exécutif n°06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427, correspondant au 19 avril 2006. Normes Algériennes pour les rejets industriels. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.

Annexe 2

Tableau 2 : Les normes de rejet des effluents en matière des paramètres de qualité des effluents traités (normes guides), (Faby et Brissaud, 1997).

pH :

5.5 < pH < 8.5.

Température : inférieure à 30 ° C.

DCO :

- 150 mg/l Pour effluent non décanté,
- 300 mg/l si le flux journalier maximal autorisé n'excède pas 100 kg/j,
- 125 mg/l au-delà.

DBO5 :

- pour l'effluent non décanté : 100 mg/l si le flux journalier maximal autorisé n'excède pas 30 kg/j,
- 30 mg/l au-delà.

MES :

- 100 mg/l si le (flux) journalier maximal autorisé par l'arrêté n'excède pas 15 kg/j,
- 35mg/l au-delà,
- 150 mg/l pour une station d'épuration de lagunage.

NG

- Azote global, comprenant l'azote organique, l'azote ammoniacal et l'azote oxydé : 15 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 150 kg/j,
- Elle est de 10 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 300 kg/j.

PT

- Phosphore total : 2 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 40 kg/j,
- Elle est de 1 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est supérieur à 80 kg/j.

المخلص

لا يزال تلوث المياه العادمة بالمعادن الثقيلة إحدى المشكلات الرئيسية التي يتعين حلها في البلدان الصناعية. الوديان في الجزائر هي المستقبلات الرئيسية لمياه الصرف الصحي. تم إجراء تحليل عام فيزيائي - كيميائي وصحي. من أجل تقييم الضرر الناتج. تابعا تطور التلوث ، من أجل التوصيف المقارن للجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصحي في وادي زمور ولمعرفة تأثير بعض المعايير على توزيع المعادن في هذه المياه.

الكلمات المفتاحية : تلوث, مياه العادمة, المعادن الثقيلة, وادي الزمر.

Résumé

La pollution des eaux usées par les métaux lourds est encore l'un des principaux problèmes qui faut le résoudre dans les pays industrialisés. En Algérie, les cours d'eau sont les principaux récepteurs des eaux usées. Une analyse physico-chimique et sanitaire générale a été menée. Afin d'évaluer les dégâts consécutifs, nous avons suivi, l'évolution de la pollution, pour la caractérisation de manière comparative de la qualité physico-chimique de eaux de rejet oued Z'mor et voir l'influence de certain paramètre sur la répartition des métaux lourds dans ces eaux .

Mots-clés : pollution, eaux usées, métaux lourds, Oued Z'mor.

Abstract

Pollution of wastewater by heavy metals is still one of the main problems to be solved in industrialized countries. In Algeria, rivers are the main receptors of wastewater. A general physico-chemical and health analysis was carried out. In order to assess the consequential damage, we followed the evolution of the pollution, for the comparative characterization of the physico-chemical quality of the Z'mor Wadi wastewater and to see the influence of certain parameters on the distribution of metals heavy in these waters.

Keywords : pollution, wastewater, heavy metals, Z'mor Wadi