

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 اوت 1955- سكيكدة
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Ecologie et environnement
Spécialité: Protection des écosystèmes

Intitulé :

**Caractérisation de la qualité physico-chimique et
microbiologique des eaux de l'Oued Cherka (COLLO)**

Présentées Par :

MOKHBI Manel
MOUMEN Anfel
MOUMEN Nesrine
REMITA Ikram

Membre de Jury:

Mme ROUIDI Sonia	MCA	Présidente	Univ. Du 20 Août 1955 - Skikda
Mme BOUDRIES Amel	MCB	Encadreur	Univ. Du 20 Août 1955 - Skikda
Mme NOUASSRIA Djaouida	MCB	Examinatrice	Univ. Du 20 Août 1955 - Skikda

Année universitaire 2022/2023

Remerciement

"Louange à Allah qui nous a guidés à ceci. Nous n'aurions pas été guidés, si Allah ne nous avait pas guidés "

Nous remercions Dieu, le tout puissant, de nous avoir données la force et la patience pour achever ce travail et nos parents pour tous ce qu'ils ont fait pour nous.

Nous tenons à remercier notre encadrante Dr. BOUDRIES AMEL pour l'aide précieuse qu'elle nous a donné, pour ses remarques et ses conseils. Si ce travail est présentable aujourd'hui, c'est grâce à ses efforts inlassables à nous offrir une bonne formation. Merci également pour votre patience, votre compréhension et d'avoir toujours cru en nos capacités

Nous tenons également à remercier les membres du jury ayant laissé leurs multiples occupations pour examiner ce travail. Nous leur sommes infiniment reconnaissants pour leurs critiques et suggestions qui contribueront certainement à rehausser la valeur scientifique de notre travail.

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de Complexe Polymède (CP2K) Sonatrach Skikda, pour cela nous voudrions remercier monsieur HAMDUCHE SOUFIANE ingénieur d'environnement au niveau du Complexe et tous les responsables et agents de laboratoire qui nous ont beaucoup aidés aux cours des expériences.

Remerciement spéciale à Mme MAACHIA LEILA, Docteur à l'université de Skikda un grand merci à vous pour avoir eu la patience de répondre à nos questions, votre collaboration a été précieuse et a enrichi nos recherches, Vos commentaires éclairés et vos suggestions constructives m'ont permis d'améliorer la qualité de notre travail.

Un merci particulier à FERGUENE IMANE, Doctorante en Microbiologie appliqué pour de nous avoir aidées à réaliser ce travail.

Nos chaleureux remerciements s'adressent également à Monsieur BOULFOUL NADIR chef de l'office national de l'assainissement (Skikda), Monsieur BOUHOUCHE SAMI chef de laboratoire de surveillance de Skikda, et Mme BEN DJEMAÂ N, qui n'ont cessé de nous fournir les informations nécessaires et pour les précieux conseils.

Finalement, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicace

Tout d'abord je remercie **ALLAH** qui m'a donnée la force, le courage et la
Patience pour réaliser ce modeste travail.

A mes parents, mon monde entier, vous êtes pour moi une source de tendresse, d'amour et
l'estime et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.
Ce travail est le fruit de vos sacrifices pour mon éducation et me guider sur le difficile chemin
de la vie.

A mes chers frères, et mes chères sœurs : **Inès** et **Rania**, je leur exprime à travers ce travail
mes sentiments de fraternité et D'amour.

A ma famille, petite et grande veuillez trouver dans ce travail tous mes expressions de mon
amour et affection.

A Mes copines d'enfance **Safa**, **Chiraz** et Mes chère collègues **Ikram**, **Nesrine**

Aucune dédicace, ne saurait exprimer à sa juste valeur le profond amour que je vous porte.

A Ma sœur de cœur **Anfel**, tu es ma meilleure amie qui est difficile à trouver, difficile à perdre
et impossible à oublier.

Tous simplement A tous ceux qui j'aime.

Merci !

Manel



Dédicace

A L'aide de *DIEU* le tout puissant que j'ai dédié ce modeste travail :

A Mes parents, ma mère *SOUÂAD* et mon père *RACHID*, mes anges, mon monde entier,
Grace à leurs encouragements et leurs grands sacrifices, leurs amours, ils ont rêvé toujours
de me voir terminer mes études et m'ont guidé sur le chemin difficile de la vie.

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes sentiments
profonds pour eux. Je prie le bon dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils
seront toujours fières de moi.

A mes chers frères *AYMEN* et *ABDERRAHMANE* de m'avoir aidé moralement, qui ont
toujours su comment me réjouir et m'encourager.

A mes chères sœurs *HAFSA*, *AYA*, *KHAWLA* que j'aime beaucoup.

A mes chers collègues *NESRINE*, *IKRAM*, à ma copine *AMIRA* pour leurs encouragements,
soutiens et pour tous les bons moments que nous avons passés ensemble.

A La seule et l'unique *MANEL* ma meilleure amie et ma sœur, merci pour être toujours à mes
côtés dans les mauvais avant les bonnes.

A Mes chers oncles, tantes, cousins et cousines.

A tous ceux qui me sens chers et que j'ai omis de cite.

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

Anfel



Dédicace

Avec l'aide et la protection *D'ALLAH* s'est réalisé ce travail ; j'ai le grand plaisir de dédier ce
modeste travail :

A la lumière de ma vie, la source de tendresse, ma première supportrice et mon amour
éternel, ma mère que j'adore *Ouarda*.

A mon très cher père *Moustapha*, pour ses encouragements, son soutien, et surtout pour son
amour et son sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études.

A Ma petite sœur *Abir*, qui n'a pas cessé de m'encourager tout au long de la réalisation de ce
travail.

A mon seul frère *Mohamed Wassim* et mes petites soeurs *Aya* et *Hibat Errahmen*.

A ma grande mère, mes oncles et tantes, mes cousins et cousines.

A mes chères copines *Bouchra* et *Loubna* et ma cousine *Rayane*, merci pour tous les
moments inoubliables et de m'avoir toujours encouragé et m'aimer.

A mon soutien moral et source de joie et de bonheur, mon fiancé *Zakarya* pour
l'encouragement et l'aide qu'il m'a toujours accordée.

A mes chères collègues *Anfel*, *Manel*, et *Ikram* qui ont contribué à la réalisation de ce
modeste travail. A tous mes autres proches ;

Tous simplement, a tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

Nesrine



Dédicace

Avec l'aide et la protection *d'ALLAH*

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut, tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le respect et la reconnaissance aussi, c'est tout simplement que je dédie

Ce mémoire à...

A mon premier supporteur, à celui qui m'a donné encore sans limites, à celui qui m'a élevé la tête fièrement de lui (mon cher père *Rabah*, que Dieu le garde comme un atout pour moi).
A celle dont le cœur m'a vu devant ses yeux, et dont les entrailles m'ont embrassé devant ses mains, à mon arbre qui ne se dessèche pas, à l'ombre dans laquelle je m'abrite en tout temps
(ma mère bien-aimée *Dalila*, que Dieu la protège).

Aux bougies qui éclairent le chemin pour moi (mes frères *Mahrez*, *Newfel*, *Nasro*, *Chouaib*,
Hakim), ils m'ont encouragé et ont continué à donner gratuitement.

A la compagne du parcours du succès et à celle qui m'a accompagné pendant mes études,
ma sœur (*Hana*).

A qui était mon ombre quand j'étais fatiguée (mon fiancé *Yasser*),

A qui je n'avais pas une relation de descendance... mais plutôt le parfum de l'amitié. . Mots
d'amour (mon amie *Sirine*).

A mes compagnons de vie et d'habitation *Rihab*, *Aya*, *Inès*, *Aya*, *Manel*, *Anfel*, *Nesrine*

A tous qui m'aiment.

Ikram

Sommaire

Liste des tableaux

Listes des figures

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction générale	1
Chapitre 01 : Synthèse bibliographique	
I. Généralités sur l'eau.....	4
I.1. Définition de l'eau.....	4
I.2. L'importance de l'eau.....	4
I.3. Le cycle de l'eau	5
I.3.1. Évaporation	5
I.3.2. Condensation.....	5
I.3.3. Précipitations.....	6
I.3.4. Infiltration	6
I.3.5. Ruissellement	6
I.4. Ressources hydriques naturelles	6
I.4.1. Eaux de surfaces.....	6
I.4.2. Eaux souterraines	7
II. Pollution de l'eau	7
II.1. Définition de la pollution de l'eau	7
II.2. Les types de la pollution de l'eau	8
II.2.1. Pollution organique	8
II.2.2. Pollution minérale	8
II.2.3. Pollution microbienne	8
II.2.4. Pollution par les métaux lourds	9
III. Evaluation de la qualité des eaux de surface.....	9

III.1. Paramètres physico-chimique.....	9
➤ Température (T °C).....	9
➤ Potentiel d'hydrogène (pH).....	10
➤ La salinité :.....	10
➤ L'oxygène dissous (OD) :.....	10
➤ La conductivité électrique (CE) :.....	10
➤ Taux en sel dissous (TDS).....	11
➤ La Demande Biochimique en Oxygène (DBO).....	11
➤ Le Cuivre (Cu ²⁺).....	12
➤ Les Chlorures (Cl ⁻).....	12
➤ L'Ammonium (NH ₄ ⁺).....	12
➤ Les Nitrates (NO ₃ ⁻).....	12
➤ Phosphate (PO ₄ ³⁻).....	12
➤ Dureté Totale ou titre Hydrographique Total (THT).....	13
➤ La demande Chimique en Oxygène (DCO).....	13
III.2. Biodiversité des microorganismes.....	13
IV. Conséquence de la pollution des eaux.....	14
IV.1. Conséquences agricoles.....	14
IV.2. Conséquences écologiques.....	14
IV.3. Conséquences sanitaires.....	14
V. Lutte contre la pollution.....	14

Chapitre 02 : Matériel et méthodes

I. Description de la région d'étude.....	15
II. Présentation du site d'étude (Oued Cherka).....	15
III. Matériels et méthodes.....	16
III.1. L'échantillonnage.....	16
1. Présentation des points de prélèvement.....	16

III.2. Matériel et techniques de prélèvement	18
III.3. Enregistrement et étiquetage des échantillons	18
III.4. Le transport et la conservation des échantillons	18
IV. Les analyses des paramètres	19
IV.1. Analyses physico-chimiques.....	19
1. Détermination des matières en suspension (MES).....	19
2. Turbidité.....	20
3. Demande biochimique en oxygéné (DBO ₅).....	20
4. Détermination de DCO, NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , THT, Cl ⁻ , Cu ²⁺	21
5. Dosage des Chlorures (Cl ⁻)	22
IV.2. Analyses microbiologique	23
1. Observation macroscopique	25
2. Observation microscopique.....	26

Chapitre 03 : Résultats et discussion

I. Les paramètres physico-chimiques	28
I.1. La température	28
I.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH).....	29
I.3. La conductivité électrique (CE)	30
I.4. La turbidité.....	31
I.5. Oxygène dissous (OD)	31
I.6. Matières en suspension (MES)	32
I.7. La Salinité.....	33
I.8. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO ₅).....	34
I.9. La Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	34
I.10. Le Cuivre (Cu ²⁺)	35
I.11. Les Chlorures (Cl ⁻).....	35
I.12. Les Nitrates (NO ₃ ⁻).....	36

I.13. l'Ammonium (NH_4^+)	37
I.14. Le Titre Hydrotimétrique Total THT (la dureté)	37
I.15. Le Taux des Sels Dissous (TDS)	38
I.16. Le Phosphate (PO_4^{3-})	38
II. Les résultats des analyses microbiologiques	39
II.1. Observation macroscopique des isolats.....	39
II.2. Observation microscopique des isolats	40
II.3. Interprétations des résultats	43
Conclusion.....	45
Références bibliographique	Error! Bookmark not defined.

Liste des tableaux :

Tableau 1 : classification des eaux d'après leur conductivité	11
Tableau 2 : les coordonnées des points de prélèvement.....	17
Tableau 3 : les matériels utilisées dans les analyses microbiologique	23
Tableau 4: Les tests bactériologique.	24
Tableau 5 : Résultats des paramètres physico-chimiques obtenus sur.....	28
Tableau 6 : Grille d'appréciation de la qualité d'eau en fonction de la température	29
Tableau 7: Grille d'appréciation de la qualité des eaux en fonction de la turbidité	31
Tableau 8: L'aspect colonial des isolats.	40
Tableau 9 : Observation au niveau des tubes.....	40
Tableau 10: Résultats de l'observation microscopique des isolats	42

Liste des figures :

Figure 1 : Le cycle naturel de l'eau	5
Figure 2 : Carte géographique de la commune de Collo.	15
Figure 3 : Carte géographique du site d'Oued Cherka.	16
Figure 4 : Site de prélèvement près de Laâzilet	17
Figure 5 : Site de prélèvement Pont de Cherka.....	17
Figure 6 : Site de prélèvement 3 pont près de la mer	17
Figure 7 : La carte des points d'échantillonnage.	17
Figure 8 : Méthode de prélèvements	18
Figure 9 : multi paramètre utilisé	19
Figure 10 : Dispositif de filtration	20
Figure 11: Turbidimètre.....	20
Figure 12 : DBO mètre	21
Figure 14 : Variations de mesure de température	29
Figure 15 : Variations de mesure de pH.....	30
Figure 16 : Variations de mesure de CE.....	30
Figure 17: Variations de mesure de la turbidité	31
Figure 18: Variations des résultats de mesure de l'oxygène dissous	32
Figure19 : Variations représentatif des résultats de mesure de MES.....	33
Figure 20 : Variations des résultats de mesure de La Salinité	33
Figure 21: Variations des résultats de mesure de la DBO ₅	34
Figure 22 : Variations des résultats de mesure de La DCO.....	35
Figure 23 : Variations représentatif des résultats de mesure de cuivre	35
Figure 24 : Variations représentatif des résultats de mesure de Cl ⁻	36
Figure 25 : Variations représentatif des résultats de mesure des nitrates	36
Figure 26 : Variations représentatif des résultats de mesure d'Ammonium	37
Figure 27 : Variations représentatif des résultats de mesure deTHT	38
Figure 28: Variations représentatif des résultats de mesure de TDS	38
Figure 29: L'observation macroscopique des isolats	39
Figure 30: L'observation microscopique des isolats a l'état frais	41
Figure 31: L'observation microscopique des isolats après coloration de Gram	42

Liste des abréviations :

- **C °** : Degrée Celsius.
- **Ca²⁺** : Calcium.
- **CaCO₃** : Carbonate de Calcium.
- **CE** : Conductivité électrique.
- **CP2K** : Complexe Pétrochimique Skikda 2 .
- **Cu²⁺** : Le Cuivre.
- **DBO₅** : Demande Biochimique en Oxygène dans 05 Jours.
- **DCO** : Demande Chimique en Oxygène.
- **E-coli** : Escherichia Coli.
- **°F** : Degrée Français.
- **FTU** : Unité de Turbidité Formazin.
- **J.O.A** : Journal Officiel Algérienne.
- **Max** : Maximal.
- **MES** : Matières en suspension.
- **Mg²⁺** : Magnésium.
- **Mg/L** : Milligramme par Litre.
- **Min** : Minimal.
- **Mm** : Millimètre.
- **Moy** : Moyenne.
- **NaCl** : Chlorure de Sodium.
- **NH₄⁺** : Ammonium.
- **NO₃⁻** : Nitrates.
- **NTU** : Unité de Turbidité Néphélométrie.
- **O₂** : Oxygène.
- **ONEDD** : Observation National de l'Environnement et du Développement Durable.
- **ONS** : Office National des Statistiques.
- **PH** : Potentiel d'hydrogène.
- **PO₄³⁻** : Phosphate.
- **RGPH** : Recensement générale de la population et de l'Habitat.
- **S** : Station.
- **T** : Température.
- **TDS** : Taux des sels dissout.
- **THT** : Titre Hydrographique Total.
- **µS/m** : Micro-Siémens par centimètre.

Résumé

L'accroissement de la population et le développement industriel et agricole provoque des quantités énormes de déchets solides et liquides induisant une pollution des ressources naturelles et de l'environnement. En conséquence, on note entre autre une dégradation accrue de la qualité des eaux superficielles et souterraines. L'Algérie comme tous les pays du monde souffre de ce problème et notamment la région de Collo présente un exemple.

À cet effet, l'objectif de notre étude est évaluer la qualité des eaux d'Oued Cherka situé dans la région de Collo wilaya de Skikda. Par la détermination de ces caractéristiques physico-chimique et microbiologique.

Cette étude a été abordée par un prélèvement réalisé pendant le mois de mai au niveau de 3 stations le long d'Oued Cherka.

Les résultats obtenus ont montré une concentration importante en MES et Cl dans les trois stations ainsi qu'une forte contamination en DCO et TDS dans la station 2 et 3. Les valeurs en nitrate, an ammonium et en phosphate sont relativement faibles ne dépassant pas les norme pour les trois stations. Les résultats montrent également que la pollution est plus importante en aval qu'en amont suivant les rejets domestiques de la cité de Ramoul Abdelaziz (El Karia), mais aussi les rejets (les détergents, les huiles et les graisses) de la station de lavage situé près de l'oued.

Du point de vu microbiologique, les résultats sur les eaux prélevées montrent que toutes présentent une souillure par les *Clostridium*, *E Coli*, *Staphylocoque*, et d'autres bactéries, champignons et levures.

Mots clé : Pollution, Paramètres physico-chimique, microbiologie, Collo, Oued Cherka.

Abstract

The increase in population and industrial and agricultural development lead to huge amounts of solid and liquid waste that pollute natural resources and the environment. As a result, we note, among other things, the further deterioration of the quality of surface and groundwater. Algeria, like all countries of the world, suffers from this problem and in particular the El Collo region provides an example.

To this end, the aim of our study is to assess the water quality of the Cherka Valley located in the Collo state of Skikda. By determining these physical, chemical and microbiological properties.

This study was addressed by sampling conducted during the month of May at the level of 3 stations along the Cherka Valley.

The results obtained showed a high concentration of MIS and Cl at the three stations as well as high Cod and TDS contamination at stations 2 and 3. The values of nitrate, ammonium and phosphate are relatively low, not exceeding the norms of the three stations. The results also show that pollution is more significant downstream than upstream after household discharges from the city of Ramoul Abdelaziz (Karya), as well as discharges (detergents, oils, fats) from the washing plant located near the Valley.

From a microbiological point of view, the results on water samples show that all of them are contaminated with *Clostridium*, *Escherichia coli*, *staphylococci*, other bacteria, fungi and other yeasts.

Keywords: pollution, physical and chemical parameters, microbiology, Collo, Cherka Valley.

ملخص

تؤدي الزيادة في عدد السكان والتنمية الصناعية والزراعية إلى كميات هائلة من النفايات الصلبة والسائلة التي تسبب تلوث الموارد الطبيعية والبيئة. ونتيجة لذلك ، نلاحظ ، من جهة أخرى ، زيادة تدهور نوعية المياه السطحية والجوفية. الجزائر ، مثل جميع دول العالم ، تعاني من هذه المشكلة وعلى وجه الخصوص منطقة القل تقدم مثالا على ذلك. تحقيقا لهذه الغاية ، فإن الهدف من دراستنا هو تقييم جودة مياه وادي الشركة الواقعة في منطقة القل ولاية سكيكدة. من خلال تحديد هذه الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية، تم إجراء هذه الدراسة خلال شهر مايو من 3 محطات على طول واد الشركة.

وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها تركيز عال من المواد العالقة و الكلورير في المحطات الثلاث فضلا عن ارتفاع التلوث في الطلب الكيميائي للأكسجين وتلوث بالأملح الذائبة في المحطات 2 و 3. قيم النترات والأمونيوم والفوسفات منخفضة نسبيا، ولا تتجاوز المعايير في المحطات الثلاث. تظهر النتائج أيضا أن التلوث قوي في بداية النهر أكثر منه في المنبع بسبب التصريفات المنزلية من مدينة رامول عبد العزيز (القرية) ، وكذلك التصريفات (المنظفات والزيوت والدهون) من محطة الغسيل الواقعة بالقرب من الواد من وجهة نظر ميكروبيولوجية ، تظهر النتائج على عينات المياه أن جميعها ملوثة بالكلوستريديوم والإشريشية القولونية والمكورات العنقودية والبكتيريا والفطريات والخمائر الأخرى.

الكلمات المفتاحية: التلوث ، الخصائص الفيزيائية والكيميائية ، الميكروبيولوجية ، القل ، وادي الشركة.

Introduction générale

L'eau est essentielle à la vie, mais lorsqu'elle est contaminée, elle peut causer diverses maladies hydriques. Par conséquent, il est crucial de contrôler la qualité de l'eau pour assurer la santé des consommateurs ainsi que pour protéger l'environnement. Sur notre planète, seulement 3 % de l'eau de surface est douce, tandis que les 97 % restants sont salés. Environ deux tiers de l'eau douce se trouve dans les calottes polaires, les glaciers et sous le roc profond, tandis que le reste est accessible sous forme d'eau douce (**Boutebba et al, 2022**).

Aujourd'hui, les ressources en eau douce sont exposées à diverses pollutions d'origine multiples : industrielle, urbaine et agricole, générant des dommages pour l'homme et pour son environnement (la faune et la flore). Cette menace a déclenché une prise de conscience dans le monde entier, et a poussé les chercheurs à s'intéresser à l'étude de l'état de contamination des milieux aquatique (**Benkaddour, 2018**).

Les rivières en l'Algérie sont devenues de véritables dépotoirs, en ce sens ils charrient toutes sortes de rejets liquides et solides. Ceci a en pour incidence une dégradation de la qualité des eaux. Le développement socio-économique et l'urbanisation rapide ont eu un impact néfaste sur la qualité des ressources en eaux, donc la pollution des eaux de surface continue de poser un problème sérieux pour Lhomme et son environnement (**Abdellioui, 2013**). Cependant, les rejets domestiques et industriels non contrôlés, l'utilisation intensive des engrais dans l'agriculture, ainsi que l'exploitation désordonnée des ressources en eau, mènent à des modifications chimiques de l'eau pouvant la rendre impropre à la consommation (**Hadj-Saïd, 2007**).

Il y a quelques années, Oued Cherka était un endroit très poissonneux qui soutenait la vie des familles et était un lieu populaire pour la pêche en eau douce. Aujourd'hui, il est devenu un réceptacle pour les eaux usées et les déchets provenant de tris commune, ce qui nuit à la vie dans la rivière et à la santé des gens qui en dépendant.

Pour cette raison, nous avons effectué une étude sur : l'impact de la pollution d'Oued Cherka sur les eaux souterraines de la plaine de Talezza. Cet Oued est concéderai comme une menace pour l'environnement selon l'association Ecologique "EL MANARA".

Le présent travail portera sur l'appréciation de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux d'Oued Cherka. Utilisé dans l'irrigation des terrains agricoles avoisinant, alors que ce dernier est le réceptacle de rejet domestique, urbaine, agricoles , des agglomérations et des unités de proximité.

Les paramètres physico-chimiques analysées sont : La température , Le PH , La conductivité électrique , La salinité , La teneur en sels dissous , La turbidité , DBO5 , DCO , MES , Les Chlorures , Le Phosphate , Nitrate , Le cuivre , THT .

Les Paramètres microbiologiques analysées sont : *Escherichia Coli*, *Clostridium*, *Klebseila*, *Staphylococcus aureus*, ... et aussi des Champignons et Levures.

Ce travail a été structuré de la manière suivante :

- ✓ **Chapitre 1** : qui est relatif à l'étude bibliographique représente des généralités sur l'eau. (Définition, cycle de l'eau dans l'environnement, les ressources hydriques naturelles,). Aussi la pollution et leurs types et la qualité de l'eau.
- ✓ **Chapitre 2** : consacrée à partie expérimentale avec la description de la région d'étude ainsi une approche méthodologique de recherche et les différentes méthodes d'analyses des échantillons utilisés dans cette étude.
- ✓ **Chapitre 3**: regroupe l'interprétation des résultats des analyses physicochimiques et microbiologiques des eaux de surface ainsi la discussion.

Enfin, nous terminerons notre manuscrit par une conclusion générale et quelques perspectives et recommandations.

Chapitre 01 : Synthèse bibliographique

I. Généralités sur l'eau

L'eau est essentielle à la vie : il s'agit d'une ressource vitale pour l'humanité et le reste du monde vivant (**Nemouchi et al, 2020**). Elle mérite une attention toute particulière, vu qu'elle est très altérée et sérieusement menacée par les activités humaines (**Makhoukh et al, 2011**).

I.1. Définition de l'eau

Nom féminin du latin aqua, l'eau est un corps incolore, inodore, insipide, liquide à la température ordinaire. L'eau est considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre. Elle constitue un élément indispensable à la vie. Elle est le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants (70% de leurs poids en moyenne) (**Bidi et Djidja, 2020**).

Cependant, c'est un composé chimique remarquable. Bien que nous la buvions et que nous l'utilisons pour laver, pêcher ou cuisiner, nous oublions presque toujours la relation spéciale qu'elle a avec nos vies. L'eau semble, à première vue, être une molécule très simple, se composant de justes deux atomes d'hydrogène liés à un atome d'oxygène. En effet, il y a très peu de molécules qui sont plus petites ou plus légères qu'elle. La taille de la molécule d'eau, cependant, montre la complexité de ses actions ainsi que ses capacités uniques et ses propriétés anormales semblent s'adapter idéalement pour créer les conditions de la vie (**Rodriguez, 2004**).

I.2. L'importance de l'eau

L'eau est un besoin universel et représente une ressource unique pour de multiples usages. Le secteur agricole utilise l'eau pour l'irrigation des terres ou pour l'aquaculture. Dans le secteur industriel, les industries agroalimentaires l'emploient pour le lavage et l'évacuation des déchets, mais aussi comme ingrédient dans les processus de production. Les usages industriels intègrent d'autres secteurs qui ont besoin d'eau dans leurs procédés comme les industries de transformation (chimie, textile, papier, carton, métallurgique, pharmaceutique, etc.) très consommatrices d'eau. Elle véhicule des services afin de remplir des fonctions précises. Considérée comme un bien vital et un bien économique, elle est au centre de conflits quand la ressource n'est pas disponible en quantité ou en qualité (**Pelleray, 2016**).

I.3. Le cycle de l'eau

Également connu sous le nom de cycle hydrologique, est le processus de circulation de l'eau sur Terre. C'est l'un des cycles biogéochimiques les plus importants : l'eau subit des transformations physiques sous l'action de facteurs tels que la chaleur et le froid, les déplacements et passe par les 3 états de la matière, à savoir liquide, solide et gazeux.

On peut dire que le cycle de l'eau est constitué d'une série d'étapes et de processus au cours desquels l'eau change d'état dans un cycle qui se répète de façon continue et illimitée.

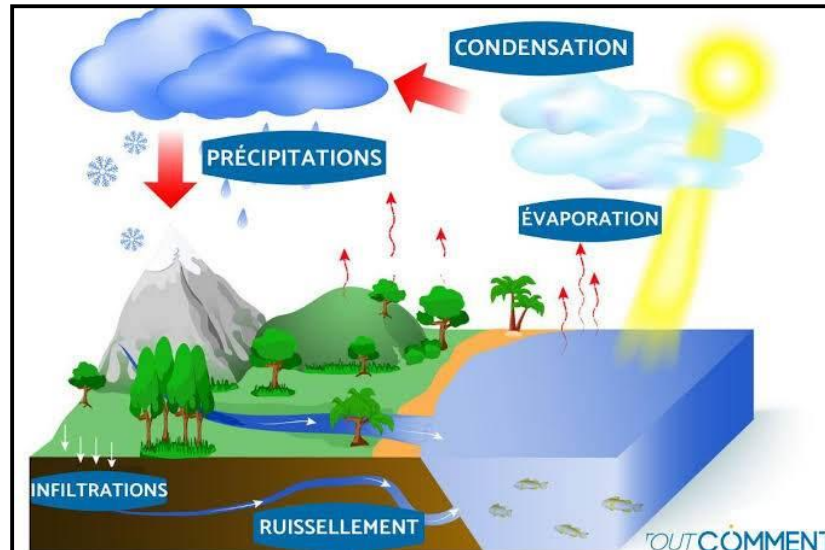


Figure 1 : Le cycle naturel de l'eau

I.3.1. Évaporation

Le processus hydrologique commence par l'évaporation de l'eau de la surface vers l'atmosphère. L'eau liquide des océans et d'autres masses d'eau s'évapore, passant de l'état liquide à l'état gazeux sous l'action de la lumière du soleil et du réchauffement climatique.

Les êtres vivants sont également impliqués dans ce processus d'évaporation par la sudation (des animaux) et la transpiration (des plantes et du reste du monde végétal) (Abdellaoui, 2015).

I.3.2. Condensation

Cette phase du cycle de l'eau se produit grâce à l'action du vent, qui facilite le déplacement de l'eau dans l'atmosphère et dans différentes directions. Lorsque la vapeur d'eau atteint des altitudes plus élevées, les températures plus basses lui permettent de se condenser

Retrouvant ainsi un état liquide et formant des gouttelettes d'eau accumulées dans les nuages. Comme ils contiennent davantage de gouttelettes d'eau, elles deviennent plus sombres (Abdellaoui, 2015).

I.3.3. Précipitations

A ce stade du cycle de l'eau, les gouttelettes contenues dans les nuages peuvent être grosses et lourdes, rompant ainsi leur état d'équilibre et produisant des précipitations ou des pluies. En général, l'eau tombe sous forme de gouttelettes liquides provenant des nuages, mais dans certaines régions où les températures sont nettement plus basses, elle peut tomber sous des formes plus ou moins solides comme la grêle, le givre ou la neige (Abdellaoui, 2015).

I.3.4. Infiltration

Une autre partie du cycle de l'eau est la récolte, où l'eau atteint la surface de la terre. Une partie de l'eau est utilisée pour alimenter les océans et d'autres masses d'eau, tandis que l'autre partie est utilisée directement par les organismes vivants. L'eau qui atteint le sol terrestre pénètre et devient une eau souterraine. La quantité d'eau qui s'est infiltrée dépend de plusieurs facteurs tels que la pente, la perméabilité du sol et la couverture végétale du territoire. L'eau infiltrée peut s'évaporer dans l'atmosphère ou être incorporée dans différentes masses d'eau de surface (Abdellaoui, 2015).

I.3.5. Ruissellement

L'eau liquide tombe sur un terrain saturé, c'est-à-dire incapable d'absorber davantage d'eau, et s'écoule en surface jusqu'à atteindre le réseau hydrographique. Le ruissellement génère de l'érosion et transporte également des sédiments. Une zone particulière de terrain, drainée par le ruissellement, s'appelle un bassin versant (Abdellaoui, 2015).

I.4. Ressources hydriques naturelles

I.4.1. Eaux de surfaces

Les eaux de surfaces ont un volume total très faible. Elles sont présentes dans les cours d'eau en trois catégories : eaux de rivière (partie amont), eaux de rivière (partie aval) et eaux de lac. Elles sont très vulnérables à la pollution car elles reçoivent directement les eaux de ruissellement, C'est à dire les eaux de pluie ruisselant sur le sol (Dejardins, 1997).

La composition chimique des eaux de surfaces dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son Cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains. Par échange à la surface eau-atmosphère, l'eau va se charger en gaz dissous (oxygène, azote, dioxyde de carbone).

I.4.2. Eaux souterraines

Les eaux souterraines résultent de l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles se ruissellent vers les nappes. Il existe plusieurs types dont la nappe libre est directement alimentée par les eaux de ruissellement. Elle est très sensible à la pollution **(Dégremont, 1978)**.

Les eaux souterraines alimentent un grand nombre de petites municipalités. Elles ont des caractères très diversifiés. Elles sont généralement limpides, incolores, peu minéralisées et ne contiennent pas de microorganismes dangereux. Elles sont potables variables, selon la nature du sol, et la profondeur du puits **(Dégremont, 1978)**.

II. Pollution de l'eau

II.1. Définition de la pollution de l'eau

La pollution est la dégradation de l'environnement causée par la pénétration de substances n'étant pas présentes naturellement dans l'environnement (l'air, l'eau ou le sol). Elle perturbe des écosystèmes, dont les conséquences pourraient entraîner la migration ou l'extinction de certaines espèces qui ne peuvent pas s'adapter aux changements. On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif pour les êtres vivants qui la consomment. Quand les êtres humains consomment de l'eau contaminée, cela a souvent de graves conséquences pour leur santé et rend l'eau inutilisable pour l'usage auquel elle est destinée **(Chekirou et al, 2017)**.

La pollution de l'eau provient principalement des activités domestiques et industrielles et Les précipitations détruisent les conditions de vie des animaux et plantes aquatiques, Elle affecte également l'utilisation de l'eau et l'équilibre du milieu aquatique **(Malaoui et Agoudjil, 2015)**.

II.2. Les types de la pollution de l'eau

II.2.1. Pollution organique

La pollution organique constitue la part la plus importante, comprenant principalement Composés biodégradables. Ces composés proviennent de diverses sources (**Malaoui et Agoudjil, 2015**).

➤ **D'origine urbaine :**

Protides (Protéines): Représente tous les organismes naturels, des protéines telles que des animaux, des bactéries et même des virus. Ces protéines subissent La décomposition chimique (hydrolyse) au contact de l'eau produit des acides aminés.

Les lipides (corps gras): ce sont des éléments normalement repoussés par l'eau domestique comme les graisses animales et les huiles végétales. Leur décomposition en milieu aérobie résultant de la libération de CO₂, dans un environnement anaérobie, du CO₂ et du CH₄ se forme.

Les glucides: A l'état simple ce sont les sucres alimentaires. Le glucose, à l'état complet donne des polysaccharides. (**Malaoui et Agoudjil, 2015**).

➤ **D'origine industrielle :** Ce sont des produits organiques toxiques comme les phénols, les aldéhydes, les composés Azote, pesticides, hydrocarbures et détergents (**Malaoui et Agoudjil, 2015**)

II.2.2. Pollution minérale

Il s'agit principalement d'eaux usées industrielles contenant des minéraux tels que: sels, nitrates, chlorures, phosphates, ions métalliques, chrome, cuivre et chlore. Ces substances provoquent :

- ✓ Des problèmes au corps de l'individu.
- ✓ Des perturbations de l'activité bactérienne dans les stations d'épuration.
- ✓ Affecte gravement les cultures (**Malaoui et Agoudjil, 2015**).

II.2.3. Pollution microbienne

Elle correspond à la présence dans l'eau de germes pathogènes pour l'homme ou pour la faune aquatique. Elle provient en général de rejets directs d'effluents contaminés non traités

contenant des déchets organiques (les excréments) : eaux usées domestiques, hospitalières, des déjections animales (lisier par exemple) et certaines industries agro-alimentaires. La majorité des microorganismes pathogènes (virus, bactéries, protozoaires et champignons) pouvant causer des maladies aussi graves que le choléra, la typhoïde, la dysenterie. Ces agents pathogènes ont été jadis responsables d'épidémies dramatiques partout dans le monde.

La pollution microbienne est principalement liée aux eaux usées urbaines. Ces dernières sont très chargées en coliformes, bactéries pathogènes, virus et parasites (**Haslay, 1993**).

II.2.4. Pollution par les métaux lourds

Parmi les métaux lourds nocifs pour la santé, le plomb, le mercure, Cadmium, Arsenic, Cuivre, Zinc et Chrome. Ces métaux sont naturellement présents dans sol, sous forme de traces qui posent peu de problèmes. Cependant, lorsqu'ils se concentrent sur certaines zones, ils représentent un grave danger. Par exemple, l'arsenic et le cadmium peuvent causer le cancer. Le mercure provoque des mutations et des dommages génétiques, tandis que Le cuivre, le plomb et le mercure peuvent endommager les os (**Malaoui et Agoudjil, 2015**).

III. Evaluation de la qualité des eaux de surface

La qualité d'une eau de surface est évaluée en mesurant différents types de paramètres.

III.1. Paramètres physico-chimique

Les propriétés physico-chimiques des eaux naturelles sont en relation avec le climat, la géologie, la biocénose et le temps (**Fouzari, 2009**).

Ces paramètres sont très variables aux conditions du milieu et ils permettent une estimation de la qualité générale de l'eau. En effet ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et sont susceptibles de changer dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur site (**Sayad, 2008**).

- **Température (T °C) :** La température est un facteur écologique important pour les milieux aqueux. Elle est liée d'une part, aux variations saisonnières et journalières de la température ambiante et d'autre part, aux rejets des activités anthropiques (eaux de refroidissement). Sa perturbation peut influencer la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans les processus bactériens comme la nitrification et la dénitrification (**Leynaud, 1968**). 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 l'oxygène dissous (**Johnson et Wilby, 2015**).

- **Potentiel d'hydrogène (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, 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 et al, 2010**).
- **La salinité :** Elle est définie comme la somme des matières solides en solution contenues dans une eau, après conversion des carbonates en oxyde, après oxydation de toutes les matières organiques et après remplacement des iodures et bromures par une quantité équivalente de chlorure (**Bentekhici et Zebbar, 2008**).
- **L'oxygène dissous (OD) :** L'oxygène dissous O_2 est important car il détermine l'état de plusieurs sels minéraux, la dégradation de la matière organique et la vie des microorganismes aquatiques. Il joue un rôle Essentiel au maintien de la vie aquatique et à l'autoépuration. Il existe dans les eaux naturelles, elle est principalement déterminée par la respiration biologique, la photosynthèse des plantes, l'oxydation et la dégradation des polluants et les échanges air-eau (**Gbohaida et al, 2016**).
- **La conductivité électrique (CE) :** Elle s'exprime généralement en $\mu S/cm$, 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 (bassin versant) et/ou anthropique (i.e. rejets des usines de dessalement et rejets industriels).

Tableau 1 : classification des eaux d'après leur conductivité (Gueddah, 2003)

Classe	Conductivité	Qualité des eaux
1	50 à 400	Qualité excellente
2	400 à 750	Bonne qualité
3	750 à 1500	Qualité médiocre mais eau utilisable
4	>1500	Minéralisation excessive

- **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 sols, ou des matières particulaires issues de la dégradation de la matière animale et végétale (Hayzoun, 2014). Elle est exprimée généralement en NTU ou FTU (Nehme, 2014).
- **Taux en sel dissous (TDS)** : Les matières solides dissoutes, font référence à tous les minéraux, sels, métaux, sous forme de molécules, d'atomes, de cations ou d'anions dissous dans l'eau. Les matières solides dissoutes totales (TDS) comprennent des sels inorganiques (principalement du calcium, du magnésium, du potassium, du sodium, des bicarbonates, des chlorures et des sulfates) et de petites quantités de matière organique qui se dissolvent dans l'eau. La concentration de TDS est la somme de toutes les substances filtrables dans l'eau pouvant être déterminées par gravimétrie. Des niveaux élevés de matières solides totales peuvent affecter la turbidité, augmenter la température de l'eau et diminuer les niveaux d'oxygène dissous (OD). Cela peut provoquer une montée en température plus rapide de l'eau car les particules en suspension absorbent plus de chaleur et épuisent l'oxygène, ce qui peut nuire à la vie aquatique. Des niveaux plus élevés de matières solides ralentissent également la photosynthèse par les plantes aquatiques en réduisant le transfert de lumière. Des concentrations de TDS trop élevées ou trop basses peuvent limiter la croissance des plantes aquatiques et entraîner la mort de nombreux organismes marins.
- **La Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅)** : La DBO₅ est la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes présents dans un milieu pour oxyder (dégrader) les substances organiques contenues dans un échantillon d'eau maintenu dans l'obscurité (Khelili et Lazali., 2015). La DBO₅ indique l'influence probable des eaux usées sur les courts d'eau récepteurs (Moumouni et al, 2005).

- **Le Cuivre (Cu^{2+})** : Le cuivre est présent dans la nature sous forme de minéral de cuivre natif, de minéraux oxydés ou sulfatés. A L'aire, il se recouvre d'une mince couche de carbonate basique. Biologiquement, ce métal joue un rôle important dans différents métabolismes. On peut le trouver dans certaines eaux naturelles à des teneurs inférieures à 1mg/l. En dehors des pollutions industrielles ou des traitements agricoles, ce métal provient habituellement de la corrosion des tuyauteries de distribution (0.5 à 1mg/l), plus rarement il constitue le résidu d'un traitement des algues par les sels de cuivre (**Rodier et al, 2009**).
- **Chlorures (Cl^-)** : Les chlorures sont des sels. La présence en concentrations importantes de ces sels dans les cours d'eau s'explique par l'utilisation de sels de voirie sur les routes (chlorures de sodium, le chlorure de calcium, le chlorure de potassium et le chlorure de magnésium). Les chlorures peuvent avoir des effets toxiques aigus et une toxicité chronique à de plus faibles concentrations sur les organismes aquatiques. Certaines concentrations plus faibles encore peuvent avoir un effet sur la structure des populations et des communautés d'algues notamment (**Santé Canada, 2001**).
- **Ammonium (NH_4^+)** : L'Ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. Il provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel (**Rodier et al, 2005**). L'ammonium doit être éliminé dans les eaux de consommation, car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de se proliférer dans les réseaux de distribution (**Tremblay, 1995 ; Mouly et al, 2008**).
- **Nitrates (NO_3^-)** : Représentent la forme oxydée finale de l'azote après l'étape de la nitrification correspondant à la transformation des NO_2^- en NO_3^- . Les concentrations élevées de ce composé proviennent principalement du lessivage des sols agricoles (engrais), des rejets urbains et industriels (**Mekaoussi, 2014**).
- **Phosphate (PO_4^{3-})** : Le phosphore se trouve dans le milieu aquatique sous deux formes : dissoute et particulaire. La forme particulaire présente les composés phosphorés associés à la matière organique et aux minéraux du sol grâce à la forte affinité de (PO_4^{3-}) pour les minéraux argileux et les oxy-hydroxydes. La forme dissoute correspond principalement aux phosphates (PO_4^{3-}) qui constitue la forme minérale directement disponible pour les végétaux aquatiques. L'enrichissement des eaux des milieux aquatiques en azote, en phosphore et en apports de matière

organique peut engendrer un phénomène appelé « eutrophisation ». Il consiste à une prolifération excessive de la végétation aquatique, ce qui entraîne une augmentation de la turbidité et un appauvrissement en oxygène dans le milieu aquatique. En conséquence, il présente des risques pour les organismes vivants du milieu (mortalité) (Burford et al, 2003). L'utilisation abusive des fertilisants chimiques pour l'agriculture, les activités d'élevage intensives ainsi que les rejets anthropiques sont à l'origine de ce phénomène d'eutrophisation (Billen et al, 2007).

- **Dureté Totale ou titre Hydrographique Total (THT) :** La dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, excepté celles des métaux alcalins (Na^+ , K^+) et H^+ . Elle est souvent due aux ions Ca^{2+} et Mg^{2+} . La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux. La dureté se mesure en mg de CaCO_3 par litre.
- **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' O_2 /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, 2006).

III.2. Biodiversité des microorganismes

La diversité microbienne dans les écosystèmes aquatiques est influencée par des facteurs tels que la température, le PH, la salinité, la disponibilité des nutriments et la présence d'autres organismes. Les micro-organismes, y compris les bactéries, jouent un rôle crucial dans ces écosystèmes en tant que décomposeurs, dégradant les contaminants et les polluants. Cependant, ils peuvent également être pathogènes et causer des maladies.

L'identification précise des espèces bactériennes nécessite généralement des techniques de culture ou de biologie moléculaire. Néanmoins, on peut distinguer les grandes familles de microorganismes grâce à des observations microscopiques et à la consultation de la bibliographie scientifique disponible (Branger, 2007). Parmi les bactéries présentes dans l'eau on note : *Clostridium Sulfitorédictrices* (H_2S^+), *Klebsiella*, *E-coli*, *Streptocoque fécaux*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus épidermidis*, *Enterococcus*, *Levure*, *Alternariat sp*, *Pénicillium*.

IV. Conséquence de la pollution des eaux

IV.1. Conséquences agricoles

L'eau dans certaines régions est largement utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation, souvent sous forme brute (non traitée). La texture du sol (complexe argilo-humique), sa flore bactérienne, les cultures et les bétails, sont sensibles à la qualité de l'eau. De mêmes, les boues contenant des toxiques (métaux lourds), issues du traitement des eaux usées pourraient être à l'origine de la pollution des sols (**Gaujous, 1995**).

IV.2. Conséquences écologiques

Les conséquences écologiques se mesurent en comparant l'état du milieu pollué par rapport à ce qu'il aurait pu être sans pollution. Ceci n'a rien d'évident, la pollution se traduit parfois uniquement par l'accentuation d'un phénomène naturel. D'une manière générale, les conséquences écologiques sont à considérer au travers de la réduction des potentialités d'exploitation du milieu (pêche, aquaculture, tourisme, Promenade...), à court et à long termes. Dans certains cas, la conservation du milieu à l'état naturel peut être aussi choisie comme Objectif en soi (notion de réserve: exemple Antarctique) (**Gaujous, 1995**).

IV.3. Conséquences sanitaires

Les conséquences sanitaires sont celles à prendre en compte en priorité, Elles peuvent être liées à l'ingestion d'eau, de poisson etc., mais aussi au simple contact avec le milieu aquatique (cas de nombreux parasites). Les germes bactériens et les parasites transmissibles à l'homme, rejetés dans le milieu, occasionnent les problèmes sanitaires. Des problèmes d'intoxication graves sont parfois rencontrés pour le bétail (abreuvement en rivières polluées) (**Afnor, 1992**).

V. Lutte contre la pollution

Pour prévenir la pollution des eaux souterraines, les mesures suivantes doivent être prises:

- ✓ Réglementer les rejets industriels et traitement des eaux usées.
- ✓ Lutter contre les pollutions agricoles en adaptant les pratiques culturales (dosage, moment de la fertilisation).

- ✓ Établir des périmètres pour protéger l'eau collectée pour la consommation humaine. Il convient de noter ici que les meilleurs outils de prévention techniquement et économiquement à employer sont Modèles mathématiques pour les simulations hydrodynamiques et hydro-chimiques (**Marrouche, 2019**).

Chapitre 02: Matériel et méthodes

I. Description de la région d'étude

La Commune de Collo est située au Nord-Est de l'Algérie à 70km à l'Ouest de Skikda (Figure 2), à 100km au nord de Constantine et à 500 km à l'est d'Alger. Son territoire communal est limité au Nord par la mer méditerranée sur une façade maritime de 8.7 km, à l'est par la commune de karkera (Daïra de Tamalous), au Sud par la commune Beni-Zid, à l'Ouest par la commune de Chéraïa.

Collo est la seconde commune littorale la plus connue sur le littoral Skikda. Elle compte une population de 35682 habitants selon le RGPH 2008 (Source : ONS). Elle est située au fond d'une baie qui porte son nom « la baie de Collo ». Elle s'étend sur une superficie de 1,596 Km² et avec un linéaire côtier de 1,39 Km (ONEDD, 2023).

Le littoral de la commune de Collo s'étend de l'embouchure d'Oued Guebli à l'embouchure d'Oued Cherka.



Figure 2 : Carte géographique de la commune de Collo (Contrat de napppe,2023).

II. Présentation du site d'étude (Oued Cherka)

Oued Cherka, est d'une longueur de 10 km, d'une largeur variant entre 10 et 20 m et d'une profondeur de 5 m, tire sa source de Laâzilet (commune de Béni Zid) et traverse une partie de la commune de Chéraïa, ainsi que les plaines d'El-Mohken et de Talezza et son importante nappe phréatique pour aller déverser ses eaux dans la mer (Boukarine, 2017).

Oued Cherka est connu par la diversité des différents espèces animales et végétales, On y trouve une variété de poissons d'eau douce et de mer comme le mulot, le barbeau, le bar, l'anguille et aussi des amphibiens comme la tortue, les serpents, les grenouilles et même la Loutre qui a

disparu depuis peu. D'autre cotés on y trouve des rosiers, des frênes, des ronciers, peupliers et autres variétés de plantes décoratives.

Ces dernières années, le problème de la pollution menace l'environnement et la population de cette région. Cet oued est devenu un grand réceptacle de divers rejets : des huiles usagées de la station multiservice, les rejets urbains de la cité Ramoul Abdelaziz, les rejets d'usine de liège et les déchets de béton et de gravats des entreprises de bâtiment. L'oued est aussi devenu un réceptacle des eaux usées, cette situation a empiré avec l'attribution de 700 et 400 logements LPA sur les hauteurs du site avec des réseaux d'assainissement qui se déversent directement dans l'oued et partant sur la plage de Talezza. Encore une fois, ces déchet sont causé un massacre des poissons qui, faute d'oxygène, meurent asphyxiés (Boukarine, 2017).

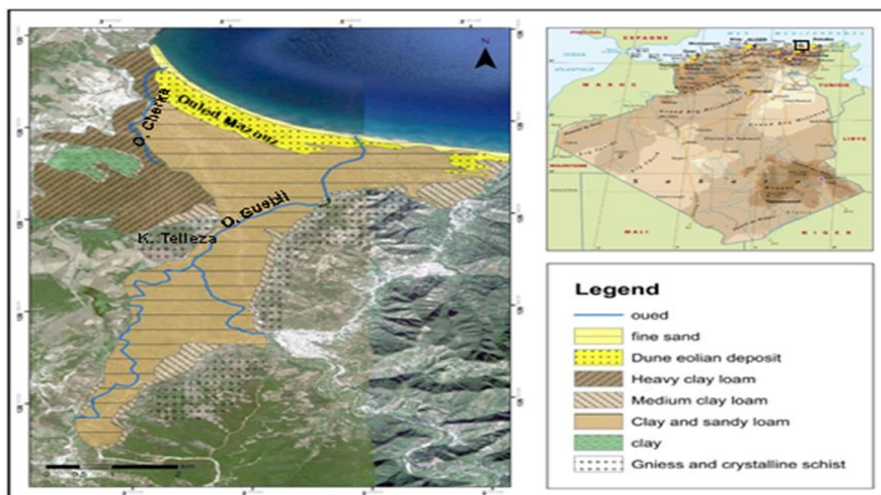


Figure 3 : Carte géographique du site d'Oued Cherka (Contrat de nappe,2023).

III. Matériels et méthodes

III.1. L'échantillonnage

1. Présentation des points de prélèvement

Afin de pouvoir faire un suivi de la qualité physico-chimique trois sites de prélèvements le long de l'Oued (en amont, au centre et en aval) ont été effectués durant le mois de mai (Figure 4, 5, 6) (Tableau 2).

- Premier site de prélèvement S1 près de Laâzilet : Cette station, se trouve au voisinage de terrains agricoles.

- Deuxième site de prélèvement **S2 pont de Cherka** : Cette station, accueille des rejets domestiques et agricoles. Ces eaux sont malgré leur mauvaise apparence, utilisées par les riverains dans l'irrigation et dans les activités domestiques.
- Troisième site de prélèvement **S3 pont près de la mer** : Ce point d'échantillonnage est situé à l'embouchure, il est lié directement à la mer.

Tableau 2 : les coordonnées des points de prélèvement

Date	Site	Heure	Cordonnées (X)	Cordonnées(Y)
24/04/2023	S1	11 :30	36°58'02.3"N	6°33'53.7"E
24/04/2023	S2	12 :00	36°58'46.4"N	6°33'48.0"E
24/04/2023	S3	12 :36	36°59'15.1"N	6°33'55.4"E



Figure 4 : Site de prélèvement près de Laâzilet



Figure 5 : Site de prélèvement Pont de Cherka



Figure 6 : Site de prélèvement 3 pont près de la mer

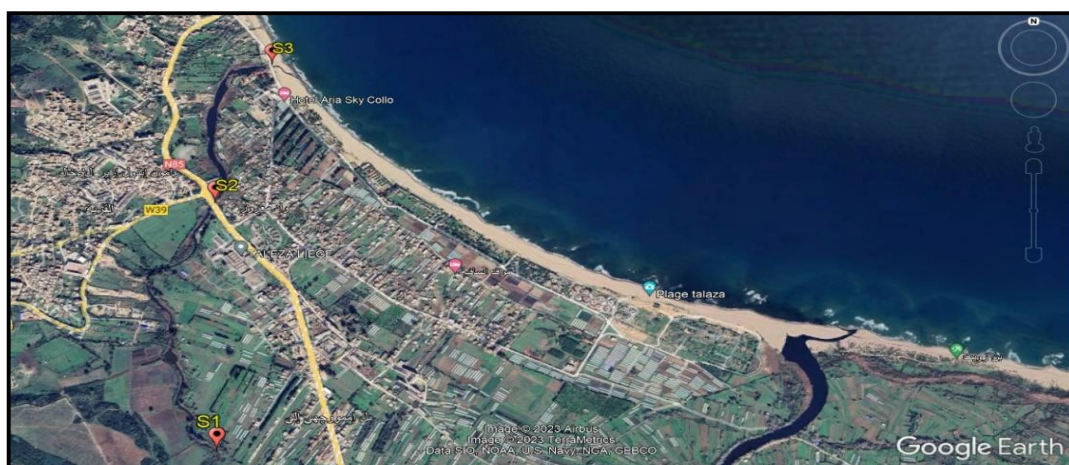


Figure 7 : La carte Satellite des points d'échantillonnage (2023).

III.2. Matériel et techniques de prélèvement

Pour les analyses physico-chimiques, les prélèvements de l'eau de surface sont effectués dans des bouteilles en plastique de 1,5 litre. Alors que, pour les analyses bactériologiques, nous avons utilisé des flacons en verre fumé, d'une contenance égale à 250 ml.

La verrerie destinée aux prélèvements d'eau doit être soumise à un nettoyage avec un détergent puis un rinçage avec l'eau propre (eau douce), puis un rinçage final avec de l'eau distillée. Pour faciliter les prélèvements et éviter tout type de contamination, chaque flacon doit être effectué de 20 à 50 cm (**Figure 8**) en dessous de la surface de l'eau et puis retourné de telle sorte à le remplir à la profondeur voulue; En plongeant directement la main portant le flacon et le récipient de prélèvement (**Rodier et al, 2009**). Le flacon ne doit pas être complètement rempli. Nous laissons une petite quantité d'air surface pour agiter l'eau avant l'analyse (**Merzoug, 2009 ; Regam, 2010**).

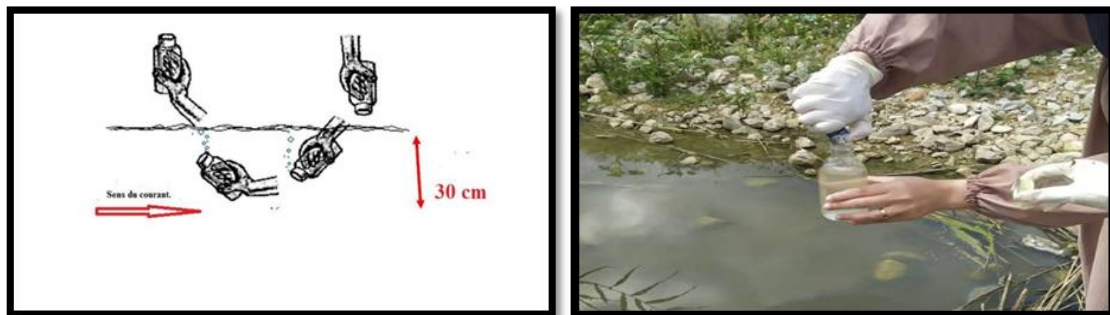


Figure 8 : Méthode de prélèvements

III.3. Enregistrement et étiquetage des échantillons

Pour faciliter l'exploitation du travail et des résultats tout en évitant les erreurs, il est essentiel que les échantillons soient clairement marqués immédiatement avant échantillons et les étiquettes sont claires et inamovibles. Dans ce dernier, les éléments suivants doivent être enregistrés avec précision : date, heure, conditions météorologiques, numéros et toute circonstance inhabituelle (**Rodier, 2009**).

III.4. Le transport et la conservation des échantillons

Les échantillons prélevés sont transportés au laboratoire dans une glacière propre. Ils sont conservés à environ 4°C jusqu'au dosage. Il faut utiliser une glacière pour éviter surtout la destruction de l'échantillon, ou inversement la surcroissance de micro-organismes à l'intérieur de

l'échantillon. Ceci peut être obtenu en mettant l'échantillon à l'abri de la lumière visible ainsi que des températures ambiantes (Mayat, 1994).

IV. Les analyses des paramètres

IV.1. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées selon le protocole de laboratoire du complexe polymère CP2K Sonatrach Skikda. Pour les paramètres qui sont très sensibles aux changements des conditions environnementales telles que la température, le pH, la conductivité (CE), la salinité, O₂ et TDS, les analyses ont été faites sur place à l'aide de multi-paramètres de type Consort C561.



Figure 9 : multi paramètre utilisé

1. Détermination des matières en suspension (MES)

➤ Principe

La détermination de poids de la matière retenue par le filtre par pesée différentielle on filtre sur la flûne de verre.

➤ Matériel

Dispositif de filtration sous vide ou sous pression, disque filtrant en flûne de verre.

➤ Mode opératoire

- Laver et sécher le disque de filtration jusqu'à une masse constante puis le peser à 0.1 mg près après passage au dessiccateur.
- Mettre en service le dispositif d'aspiration ou de pression, verser l'échantillon sur le filtre, rincer la fiole ayant contenu l'eau à analyser avec 10 ml d'eau distillée. Faire passer sur le filtre cette eau de lavage, laisser essorer.

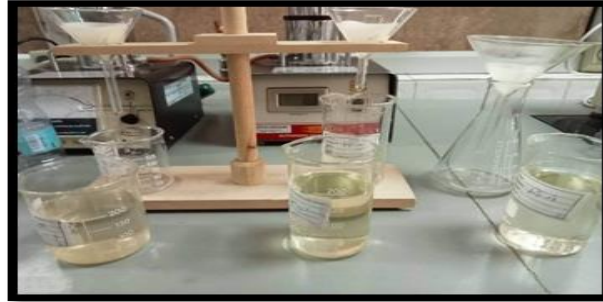


Figure 10 : Dispositif de filtration

2. Turbidité

➤ Principe

Elle est mesurée par un turbidimètre à cellule photo, le petit écran de l'appareil exprime en unité de turbidité néphélémétrie (UTN).

➤ Mode opératoire

- Rincer une cuve propre avec l'eau à analyser.
- Remplir la cuve du turbidimètre avec l'eau analysé.
- Placer la cuve au niveau du turbidimètre.
- Faire la lecture.

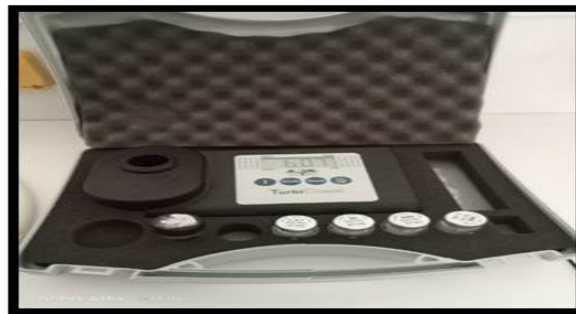


Figure 11: Turbidimètre

3. Demande biologique en oxygéné (DBO₅)

➤ Principe

Le système de mesure est basé sur une différence de pression au moyen d'un indicateur digital.

➤ **Mode opératoire**

- Rincer la bouteille d'incubation avec l'échantillon à analyser.
- Introduire 432cc d'échantillon dans la bouteille.
- Ajouter deux gouttes de la solution tampon.
- Introduire le barreau magnétique dans la bouteille Mettre quelques pastilles d'hydroxyde de potassium (KOH) dans le bouchon en plastique.
- Placer la bouteille dans son compartiment et visser la tête.
- Régler le zéro sur la réglette.
- Après cinq jours d'incubation à 20°C, lire directement sur la réglette la valeur de DBO₅ (en mg/d'O₂).



Figure 12 : DBO mètre

4. Détermination de DCO, NO₃⁻, PO₄³⁻, THT, Cl⁻, Cu²⁺

Ces paramètres sont mesurés à l'aide d'un spectrophotomètre

➤ **Principe**

La spectroscopie UV est un outil important pour les analyses qualitatives et quantitatives. Elle rend compte de l'interaction entre une onde électromagnétique et la matière. A l'échelle atomique, la matière n'étant pas continue mais constituée d'assemblage de particules élémentaires. L'énergie ne l'est pas non plus et ne peut prendre que des valeurs discrètes. Chaque substance absorbe des radiations bien déterminées selon sa structure. La détermination des longueurs d'onde des rayonnements électromagnétiques absorbés par un échantillon se fait grâce à l'utilisation d'un spectrophotomètre.

➤ **Matériel**

- Spectrophotomètre HACK.
- Pipetes + 2 Réactifs.
- Expression des résultants: Les résultats sont donnés directement en mg/l.

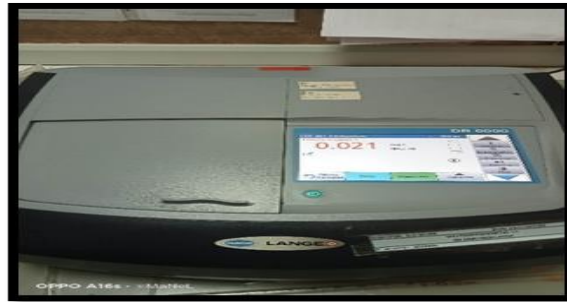
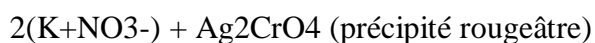
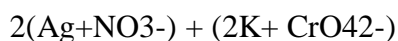


Figure 13: Spectromètre

5. Dosage des Chlorures (Cl⁻)

➤ **Principe**

Les ions des Chlorures réagissent avec les ions argent pour former un précipité blanc chlorure d'argent. L'indicateur de réaction est le chromate de potassium (K₂CrO₄), qui produit un précipité rougeâtre (rouge brique) avec des ions d'argent en milieu neutre. Le chromate d'argent commence à apparaître lorsque les ions chlorure réagissent.



➤ **Réactifs nécessaires**

- Nitrate d'argent (AgNO₃) : 0.1N (16.99g d'AgNO₃/1litre d'eau distillée).
- Chromate de potassium (K₂CrO₄) à 5%.

➤ **Mode opératoire**

- Prélever un aliquote de 10 ml de l'échantillon d'eau et la placer dans une capsule en porcelaine.
- Ajouter 5 gouttes de la solution de K₂CrO₄.
- Titrer avec AgNO₃ 0.1 N jusqu'à l'apparition d'une couleur rouge brique.

- Effectuer un essai à blanc avec de l'eau distillée.

IV.2. Analyses microbiologique

Le principe générale des technique des analyses microbiologique des eaux consiste à ensemencer une quantité connu d'eau à analyser sur un milieu de culture adapte, solide ou liquide. On suppose que, pendant l'incubation, chaque microorganisme présent se développé pour donner soit une colonie visible sur un milieu solide, soit des changements d'apparence dans un milieu liquide, essentiellement un trouble de celui-ci (**Rejsek, 2002**).

Cette étape a été réalisée au niveau de laboratoire de la microbiologie et biochimie de l'université. Toutes les analyses ont été effectuées en essayant d'éviter le maximum des contaminations possibles (travail avec du matériel et milieu stérilisés à l'autoclave, dans la zone stérile du bec Bunsen).

Tableau 3 : le matériel utilisé dans les analyses microbiologique

Matériel	Milieux	Les colorations et les réactifs
<ul style="list-style-type: none"> • Tube stériles • Pipettes de 5ml • Bec bunsen • Pipette pasteur • Bain marie • Portoirs • Lames et lamelles • Boite pétri • boucle • Becher • Autoclave • Etuve • Microscope 	<ul style="list-style-type: none"> • Gélose nutritif • Bouillon nutritif • Bouillon Schubert • Gélose Sabouraud • Bouillon de Roth • Gélose viande foie • Gélose Hektoen • Gélose Chapman 	<ul style="list-style-type: none"> • Sulfite de Na • Sulfate de fer • Kovacs • Bleu méthylènes • Violet de gentiane • Lugol • Ethanol • Fuschine • Huile à immersion

Tableau 4: Les tests microbiologique.

Milieu de culture	Principe	Ensemencement
<i>Gélose Chapman</i>	un milieu d'isolement sélectif utilisé pour la recherche des Staphylococcus. Il peut être utilisé par exemple lors de l'analyse des selles, des prélèvements ORL ou des suppurations cutanées.	
<i>Gélose Sabouraud</i>	une gélose non sélective utilisée pour cultiver les champignons et plus précisément en microbiologie médicale, les levures, les moisissures et les dermatophytes. C'est une gélose glucosée présentant un PH légèrement acide pour favoriser la culture des champignons.	prélever la suspension bactérienne avec une anse ou une pipette Pasteur stérilisée, faire des stries serrées sur les parties 1 et 2 de la gélose, des stries larges sur la partie 3, stériliser à nouveau l'anse ou jeter la pipette, puis refermer la boîte et la placer dans l'étuve.
<i>Gélose Hektoen</i>	un milieu d'isolement sélectif des bacilles à Gram négatif non exigeants et utilisé pour la recherche des Salmonella et des Shigella dans les selles.	
<i>Une Gélose Nutritive</i>	La gélose est une substance nutritive favorisant ou inhibant (selon sa composition) la prolifération et le développement des bactéries. Elle est utilisée pour déterminer le niveau d'efficacité de nouveaux antibiotiques, tester la résistance bactérienne.	Ensemencer le milieu par en surface des stries longitudinales, et une pique centrale au fond du tube.

<i>Viande-foie</i>	utilisé pour la détermination du type respiratoire des bactéries, le glucose constitue la source énergétique du développement.	Inoculer 10 ml de milieu avec 1 ml de l'échantillon à tester. Incuber les tubes à 44°C et examiner la turbidité après 24 h.
<i>Le Bouillon Schubert</i>	est utilisé pour confirmer la présence de coliformes et d' <i>Escherichia coli</i> .	
<i>Le Bouillon Nutritif</i>	est un milieu largement utilisé pour la culture des micro-organismes peu exigeants. Il est recommandé dans de nombreuses méthodes standardisées d'analyses des aliments, des laitages, de l'eau.	Inoculer 10 ml de milieu avec 1 ml de l'échantillon à tester. Incuber les tubes à 44°C et examiner la turbidité après 48 h.
<i>Le Bouillon de Roth</i>	est un milieu sélectif utilisé pour la quantification des entérocoques dans l'eau, les aliments et autres matériaux suspectés d'être contaminés par les eaux usées.	Inoculer 10 ml de milieu avec 1 ml de l'échantillon à tester. Incuber tous les tubes à 37°C et examiner la turbidité après 24 et 48 heures.

1. Observation macroscopique

L'identification préliminaire des bactéries est fondée sur la morphologie coloniale. Chaque colonie simple représente une population de cellules bactériennes originaire d'une cellule. La morphologie d'une colonie bactérienne est une fonction de plusieurs facteurs tels que la forme de la cellule, sa taille et sa physiologie. Il est aussi important de noter que les colonies d'un type bactérien donnée ont souvent des couleurs, des textures et des odeurs distinctes.

Après une période d'incubation appropriée, on peut observer des colonies typiques de bactéries, en remarquant la grande variété de couleur, de formes et de textures qu'assument les colonies de différentes espèces (**Boukelkoul,2016**).

2. Observation microscopique

❖ Observation à l'état frais

➤ Principe

Il permet la détermination de bactéries vivantes et la détermination de leur morphologie, de mode de groupement, de leur mobilité un inoculum bactérien est homogénéisé avec une goutte de l'eau distillé ou eau physiologique, déposées sur une lame et observée sous microscope optique (**Delarras, 2014**).

➤ Mode opératoire

- Prendre une lame propre nettoyée.
- Déposer tout d'abord sur la lame une goutte d'eau distillée stérile ou une eau. Physiologique stérile, puis apporter et dissocier dans l'eau un inoculum bactérien.
- Recouvrir d'une lamelle.
- Observer au microscope optique à l'objectif $\times 40$, pour mettre en évidence certains.
- Détails de structure, l'objectif $\times 100$ à l'immersion doit être utilisé (**Delarras, 2014**).

❖ Coloration de Gram

➤ Principe

Sur le frottis bactérien préparé, le premier colorant, le cristal violet va colorer en violet les bactéries, puis le Lugol (solution iodo-iodurée) libère de l'iode qui va fixer le colorant précédent. Un complexe iode-cristal violet se forme ; il sera solubilisé par l'alcool, ont conservé leur couleur violette.

Le deuxième colorant, dit de contraste la Fuschine, va colorer en rose les bactéries à (Gram+), non décolorées par l'alcool, ont conservé leur couleur violette. La division du monde bactérien en deux groupes (Gram – et Gram +) est principalement liée à une différence de structure chimique des parois cellulaires des bactéries (**Delarras, 2014**).

➤ **Mode opératoire**

- Préparer des frottis fixés à la chaleur de chacune des boites.
- Préparer des frottis fixés à la chaleur : un inoculum bactérien déposé sur la lame et homogénéisé avec une goutte d'eau distillée, puis fixé à la chaleur.
- Colorer avec le violet de gentiane pour une minute.
- Laver soigneusement l'excès du colorant avec de l'eau distillée.
- Appliquer Lugol pour une minute.
- Laver soigneusement Lugol avec de l'eau distillée.
- Appliquer l'éthanol pour 15s.
- Laver l'excédent d'éthanol avec de l'eau distillée.
- Appliquer avec le Fuschine durant 1min.
- Laver l'excédent de colorant avec de l'eau distillée
- Assécher la lame.
- Ajouter une goutte d'huile d'émersion.
- Examiner au microscope au grossissement $\times 100$ (**Delarras, 2014**).

Chapitre 03: Résultats et discussion

I. Les paramètres physico-chimiques

Les résultats obtenus sur les différents échantillons d'eau de Oued Cherka a sont représenté dans le tableau 5.

Tableau 5: Résultats des paramètres physico-chimiques obtenus.

<i>Paramètres étudiés</i>	Unité	Min	Max	Moy	Norme	
<i>Paramètres physiques</i>	T	°C	18,8	25,5	22,5	25
	PH	/	6,79	7,32	7,71	8,5
	Conductivité	µs/cm	584	3500	2170	2800
	Turbidité	NTU	2,33	6,07	3,57	5
	O2 dissous	mg/L	4,6	8	5,2	10>N>8
	MES	mg/L	10,4	77	27	25
	Salinité		0,2	1,8	1,1	/
	DBO5	mg/L	0,1	0,2	0,1	7
<i>Paramètres chimiques</i>	DCO	mg/L	11,8	150	98,9	30
	Cu ²⁺	mg/L	0,086	0,112	0,098	2
	Cl ⁻	mg/L	543	2044	1896	500
	NO ³⁻	mg/L	0,567	3,36	1,07	50
	NH ₄ ⁺	mg/L	0,021	0,085	0,075	0,5
	THT	°F	0,506	37,5	23,9	200
	PO ₄ ³⁻	mg/L	Traces	Traces	Traces	0,1
	TDS	mg/L	348,6	2100	1302	1000

I.1. La température

Les résultats montrent que la température maximale enregistrée est 25,5°C au niveau du site 3 celle-ci dépasse la valeur limite qui est égale à 25°C fixée par le Journal Officiel Algérien, le minimale est noté pour le site 1 avec une valeur de 18,8°C (**Figure 14**).

La variation de la température entre les deux sites peut être influencée par le climat ainsi que l'heure de prélèvement.

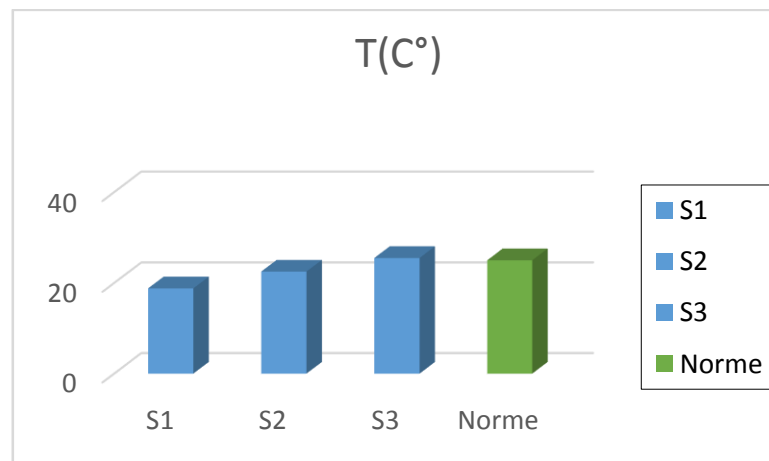


Figure 14 : Variations de mesure de température

Selon la grille d'appréciation de la qualité générale de l'eau de rivières (Masson, 1988). L'eau de la station 3 est de qualité médiocre, à la station 1 elle est de qualité normale et à la station 2 elle est de qualité moyenne (tableau 6).

Tableau 6 : Grille d'appréciation de la qualité d'eau en fonction de la température.

Température	Qualité	Classe
<20°C	Normale	1A
20°C-22°C	Bonne	1B
22°C-25°C	Moyenne	2
25°C-30°C	Médiocre	3
>30°C	Mauvaise	4

I.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Ce paramètre mesure la concentration des protons H⁺ contenus dans l'eau, et donc l'acidité ou l'alcalinité de l'eau sur une échelle logarithmique de 0 à 14. Il influence la plupart des mécanismes chimiques et biologiques dans les eaux.

Habituellement, les valeurs du pH se situent entre 6 et 8,5 dans les eaux naturelles (Chapman et al, 1996). Il diminue en présence des teneurs élevées en matière organique et augmente en période d'étiage, lorsque l'évaporation est importante (Meybeck et al, 1996).

Pour Oued Cherka, les résultats obtenus montrent un pH qui se situe entre 6,49 et 7,32 enregistré sur les stations 1 et 3. Malgré l'influence des déchets des huileries rejetés directement dans cet Oued et qui causent l'alcalinité des eaux, les résultats de pH restent dans

les normes (6,5-8,5) du (J.O.R.A, 2011). Ceci peut être expliqué par les fortes précipitations qui ont caractérisé cette période.

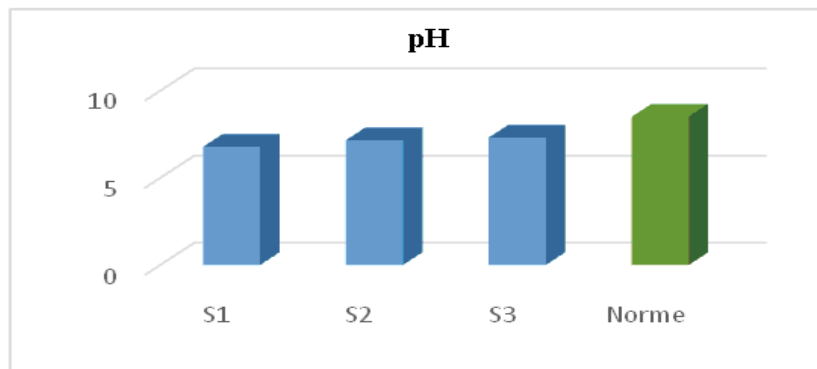


Figure 15 : Variations de mesure de pH

I.3. La conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation. D'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique (Makhouk et al, 2011).

La conductivité électrique des échantillons prélevés varie entre 584 μ s/cm et 3500 μ s/cm. La valeur maximale est notée à la station 3 ce qui reflète une forte minéralisation. Cette augmentation de la conductivité électrique peut conduire à une perturbation du milieu ; elle influe sur la pression osmotique d'où problèmes de régulation chez organismes aquatique sensible.

Les résultats montrent aussi que la conductivité s'élève progressivement de l'amont vers l'aval d'Oued Cherka. Ceci s'explique par les rejets domestiques mais principalement à la pollution saline ou halines qui est due à l'activité industrielle.

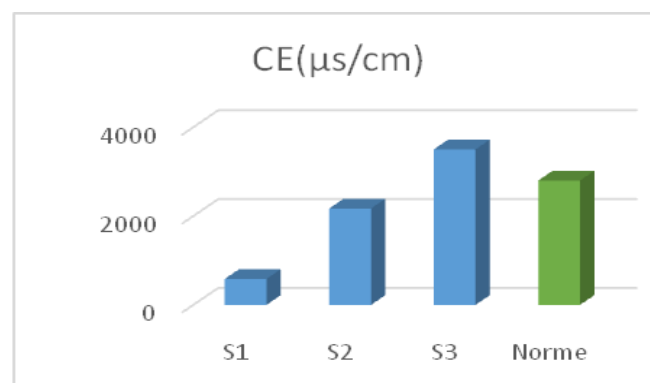


Figure 16 : Variations de mesure de CE

I.4. La turbidité

Les fluctuations des teneurs de la turbidité montrent une variation régulière dans notre zone d'étude (figure 12). Le taux maximal de la turbidité est enregistré dans la station 3, avec une valeur de 6,07 NTU ceci est dû à la teneur de l'eau en particules en suspension, associées au transport de l'eau du station 2 au station 3, alors que la valeur minimale est celle de la 1ère station égale à 2.33 NTU. La norme fixée par (J.O.R.A, 2014), fixe la limite de la turbidité à 5 NTU.

La turbidité est liée à la présence de particules organiques diverses d'argile, de colloïdes, de plancton, etc. elle peut être favorisée par la pluviométrie. Selon la grille de classification (Tableau 7) l'eau est claire à légèrement trouble.

Tableau 7: Grille d'appréciation de la qualité des eaux en fonction de la turbidité d'après Monod (1989).

Turbidité (NTU)	Qualité de l'eau
NTU<5	Eau claire.
5<NTU<30	Eau légèrement trouble.
NTU>50	Eau trouble.

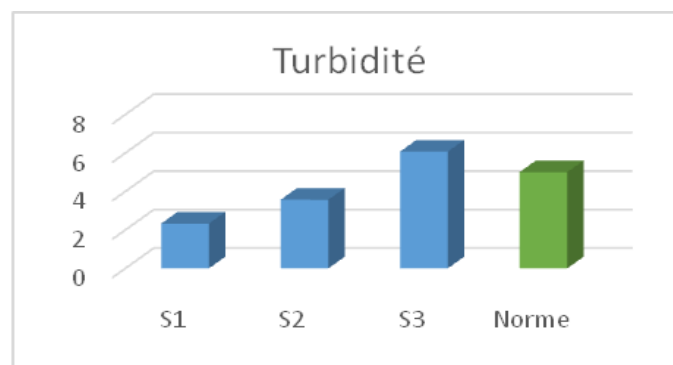


Figure 17: Variations de mesure de la turbidité

I.5. Oxygène dissous (OD)

Les concentrations en oxygène dissous (O_2 dissous) constituent l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux dans la mesure où il est indispensable à la vie aquatique et à la dégradation des polluants biodégradables permettant l'autoépuration.

L'oxygène dissous dans les eaux de surface provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en

oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments.

Globalement, plus la concentration en oxygène dissous est proche de la saturation, plus l'aptitude de la rivière à absorber la pollution (processus d'autoépuration) est grande :

- Une valeur de 1 à 2 mg d'O₂ par litre indique une rivière fortement polluée mais de manière réversible
- une teneur de 4 à 6 mg d'O₂ par litre caractérise une eau de bonne qualité ;
- des teneurs supérieures à la teneur naturelle de saturation en oxygène indiquent une eutrophisation du milieu se traduisant par une activité photosynthétique intense
(Bruxelles environnement, 2012)

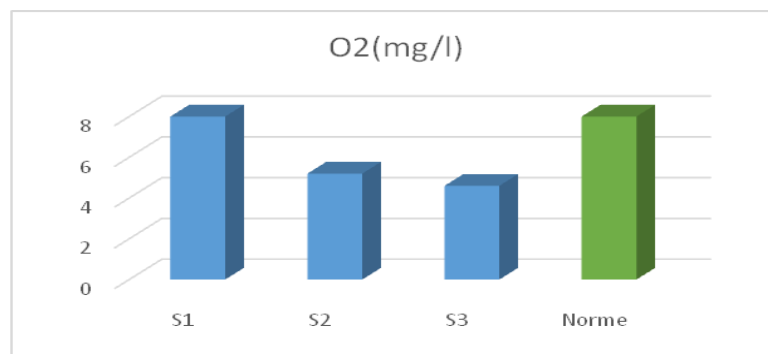


Figure 18: Variations des résultats de mesure de l'oxygène dissous

I.6. Matières en suspension (MES)

La quantité de matière en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matière toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...) (L.B.G.E, 2005).

Les teneurs de la matière en suspension dans les eaux de la zone d'étude, augmentent d'une manière régressive. La valeur maximale est observée dans la station 3 (égale à 104 mg/l) pendant que la valeur minimale (27 mg/l) est rencontrée dans la station 1. En comparaison avec la norme du (J.O.R.A, 2011), les valeurs trouvées dans les eaux superficielles de l'oued Cherka dépassent la valeur de 25 mg/l dans les trois stations de travail, en raison de l'augmentation de l'activité agricole et les rejets urbains.

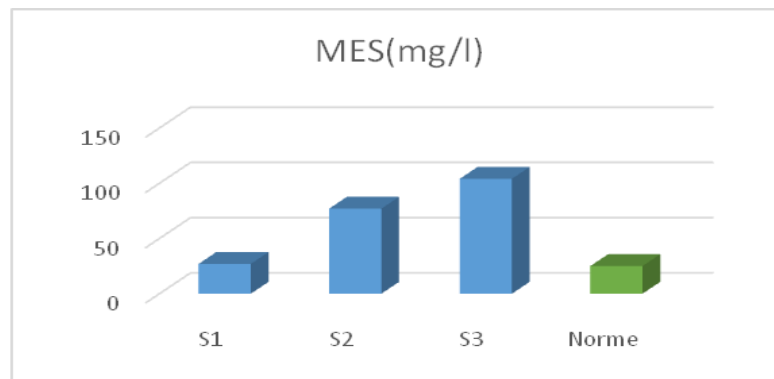


Figure19 : Variations représentatif des résultats de mesure de MES

I.7. La Salinité

Dans la plupart des Oueds, le risque d'une salinité excessive due à la présence de chlorure de sodium (NaCl) et en particulier lorsque l'irrigation est pratiquée à grande échelle. Il y a un réel danger que la salinité soit trop forte et l'eau pourrait devenir impropre à l'irrigation.

Les données récoltées indique que la salinité dans les eaux de l'Oued Cherka oscillé entre une valeur faible de 0,2 mg/l observée à la station S1 et une valeur maximale de 1,8 mg/l embusquée à la station S3. La valeur élevée est en effet les résultats des intrusions marines dans l'oued lorsque le débit s'affaiblie.

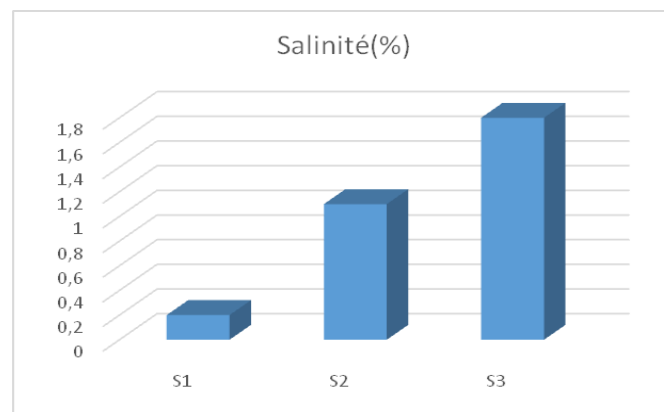


Figure 20 : Variations des résultats de mesure de La Salinité

I.8. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅)

La demande biologique en oxygène (DBO₅) représente la quantité d'oxygène utilisé par les bactéries pour décomposés partiellement ou pour oxyder totalement les matières biochimique oxydables, présente dans l'eau et qui constituent leur sources de carbone (graisse, hydrates de carbone, tensioactifs, etc.) (Rodier *et al*, 2009).

L'analyse des eaux de Oued Cherka montre clairement une baisse des valeurs de la DBO₅ (très loin de la valeur norme 25mg/l (J.O.R.A, 2014)), la valeur maximale est marqué dans la station 2, lors que les valeurs minimales sont marqués aux niveaux des stations 1et 3.

Dans un milieu nettement polluée, des faibles valeurs en DBO₅ peuvent être liées à la présence d'éléments toxiques inhibiteurs d'où l'intérêt de ne pas considérer la DBO₅ comme unique critère d'estimation de la qualité d'une eau (Rodier ,1984).

La valeur de la DBO₅ inférieure à 1 mg/l d'O₂ peut être considérée comme normal entre (1mg/l d'O₂ et 3mg/l d'O₂) comme acceptable et au-delà de 3 comme douteuse au anormal (Rodier, 2005).

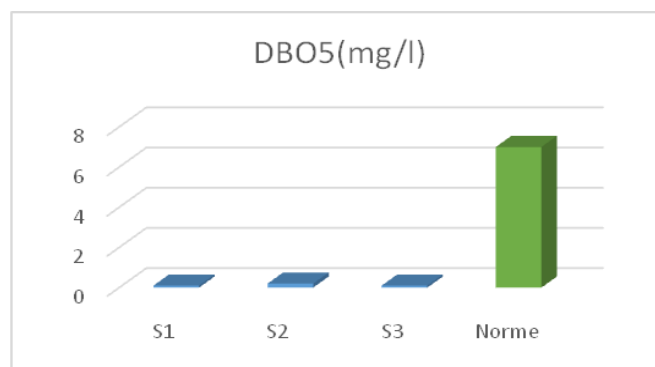


Figure 21: Variations des résultats de mesure de la DBO₅

I.9. La Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables dans des conditions de l'essai. Contrairement à la DBO₅ où l'oxydation se fait lentement par l'activité des microorganismes (Belhadj, 2017).

D'après la figure 22, on remarque une très forte augmentation de la DCO d'une station à une autre. Une valeur minimale de 11,8 mg/l au niveau de station1 et une valeur maximale égale 150mg/l à la 3éme station. En générale les résultats enregistrés dans la zone d'étude montrent que la demande chimique en oxygène dépasse la valeur limite (30mg/l) (J.O.R.A, 2014).

On remarque que les valeurs les plus élevées sont enregistrées en aval et au centre suivant les rejets domestiques de la cité de Ramoul Abdelaziz (El Karia), mais aussi les rejets (les détergents, les huiles et les graisses) de la station de lavage situé près de l'oued.

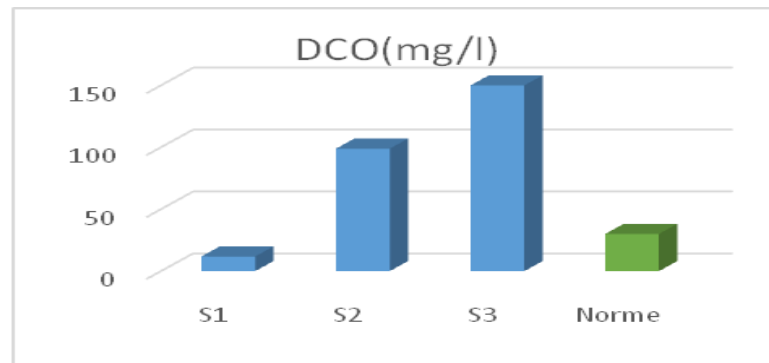


Figure 22 : Variations des résultats de mesure de La DCO

I.10. Le Cuivre (Cu^{2+})

Les valeurs du cuivre varient entre 0,086 mg/l à la 1ère station et 0,112 mg/l à la 2ème station, et de moyenne 0,098mg/l. Ces valeurs ne dépassent pas la norme fixée par le journal officiel algérien (J.O.R.A, 2011).

La vie aquatique peut être perturbée par des doses plus faibles, mais les conditions de toxicité varient suivant les espèces et la composition de l'eau (oxygène dissous, anhydride carbonique) (Rodier et al, 1984).

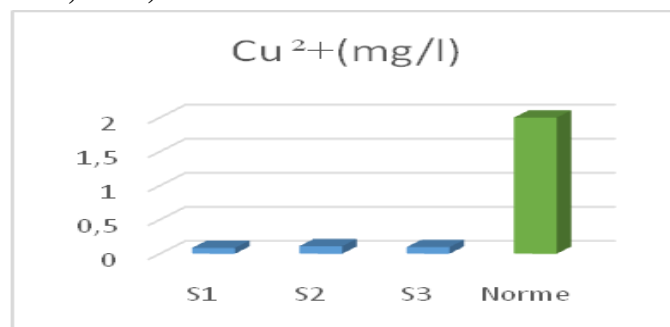


Figure 23 : Variations représentatif des résultats de mesure de cuivre

I.11. Les Chlorures (Cl^-)

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux.

Les concentrations en ions Chlorure relevées dans les eaux de l'oued Cherka (figure 24) s'échelonnent entre 543 mg/l (S1) et 2044 mg/l (S3). Les valeurs minimales sont enregistrées

dans la partie amont de l'oued et les valeurs maximales sont observées au niveau des stations S2, S3 localisées respectivement en aval et au centre. Cette évolution indique la contribution d'un apport anthropique qui peut être d'origine urbaine.

Nos stations présentent une forte contamination par les eaux usées domestique.

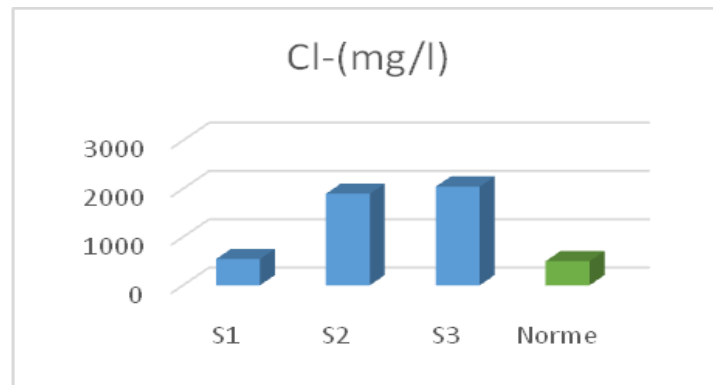


Figure 24 : Variations représentatif des résultats de mesure de Cl⁻

I.12. Les Nitrates (NO₃⁻)

Ils représentent la forme la plus oxydée de l'azote, qui est une forme très soluble, la norme pour l'eau douce et naturelle est de 25 mg/l (J.O.R.A 2014). Pour Oued Cherka, les teneurs des nitrates varient entre 0,567mg/l et 3,36 mg/l. ils sont faibles et très loin de la norme admise. Les nitrates pourraient provenir de la minéralisation de la matière organique (origine naturelle), des activités agricoles (engrais azotés) et des eaux usées domestiques (origine anthropique).

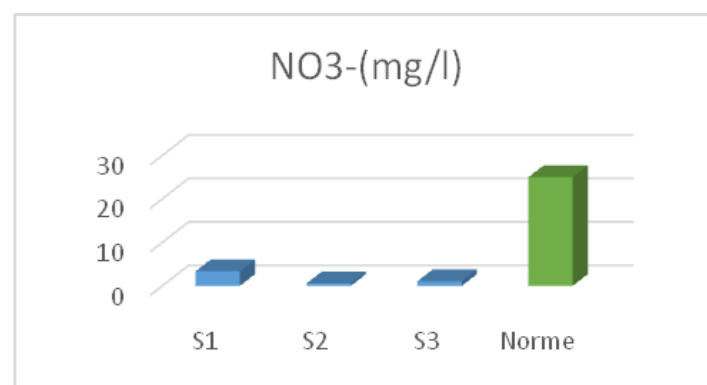


Figure 25 : Variations représentatif des résultats de mesure des nitrates

I.13. L'Ammonium (NH_4^+)

Le NH_4^+ provient des processus de décomposition microbologique des protéines animales et végétales. Il peut être réutilisé directement par les plantes et utilisé dans les engrais commerciaux. Lorsque le pH est élevé l'ammonium se transforme en ammoniac NH_3 toxique. (Queneau et Habert, 2009).

Selon les résultats des analyses d'ammonium de l'oued Cherka, nous remarquons qu'il est présent en faibles concentration (varie entre 0,021mg/l et 0,085mg/l), ils ne dépassent pas la norme limite (0,5mg/l) (J.O.R.A, 2014).

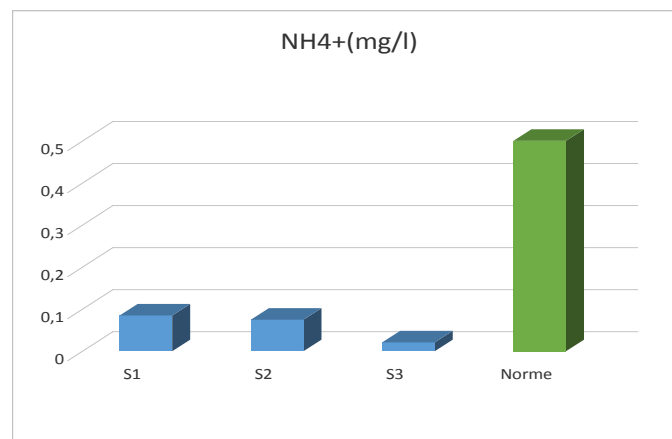


Figure 26 : Variations représentatif des résultats de mesure d'Ammonium

I.14. Le Titre Hydrotimétrique Total THT (la dureté)

Les résultats obtenus, montrent que les concentrations en THT varient entre 0,506°F et 37°F, ils ne dépassent pas la norme (200°F) (J.O.R.A, 2014) dans les trois sites.

Selon Rodier (2005), la dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques excepté celle des métaux alcalins (Na^+ , K^+) et H^+ . Elle est souvent due à la présence des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} . La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux (L.B.G.E, 2005).

Les eaux étudiées de point de vue dureté sont douces.

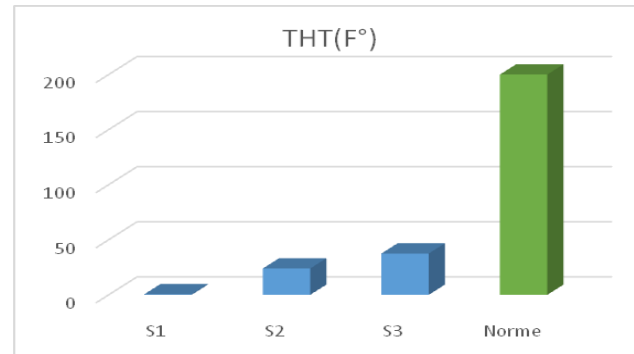


Figure 27 : Variations représentatif des résultats de mesure de THT

I.15. Le Taux des Sels Dissous (TDS)

On parle de TDS ou de minéralisation totale, cela signifie masse totale Minéraux dissous (anioniques et cationiques) et non dissous (silice) (Rodier, 2009).

La mesure de TDS de l'ensemble des échantillons (Figure.) montrent qu'elles sont comprises entre (348,6 et 2100) mg/l, ils dépassent la valeur fixée par (J.O.R.A 2014) 1000 mg/l dans les stations 2 et 3.

Ceci indique un apport supplémentaire en ions probablement dû aux rejets : des effluents riches en nutriments (potassium, nitrate, phosphate et autres), et des eaux usées non traitées directement dans le cours d'eau (Merhabi et al, 2019).

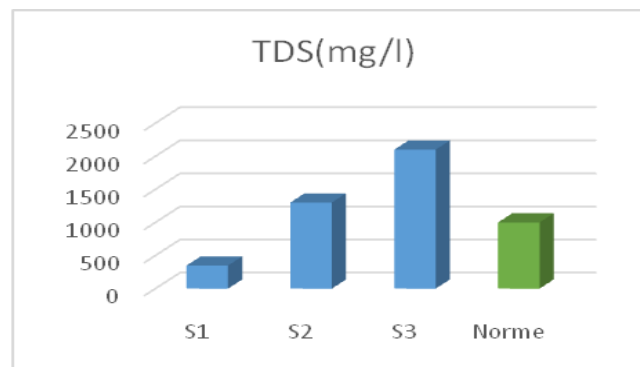


Figure 28: Variations représentatif des résultats de mesure de TDS

I.16. Le Phosphate (PO_4^{3-})

Le phosphore est un élément nutritif dont la forme minérale majoritaire est l'ortho phosphates, il est essentiel à la vie aquatique. Dans les écosystèmes aquatiques continentaux, on considère généralement le phosphore comme le principal facteur limitant de la production de la biomasse végétale (Levèque, 1996).

Lors de la minéralisation de la matière organique par les microorganismes, les composés phosphatés, sont progressivement transformés en phosphate soluble, ces derniers vont être rapidement assimilés et recyclés.

Dans le cas de notre présente étude, le phosphate est présent dans les sites étudiés sous formes des traces.

II. Les résultats des analyses microbiologiques

II.1. Observation macroscopique des isolats

Les caractéristiques morphologiques et physiologiques des souches sélectionnées et aussi des tubes sont résumés dans la figure 29, l'aspect colonial est présenté dans les tableaux 8 et 9.

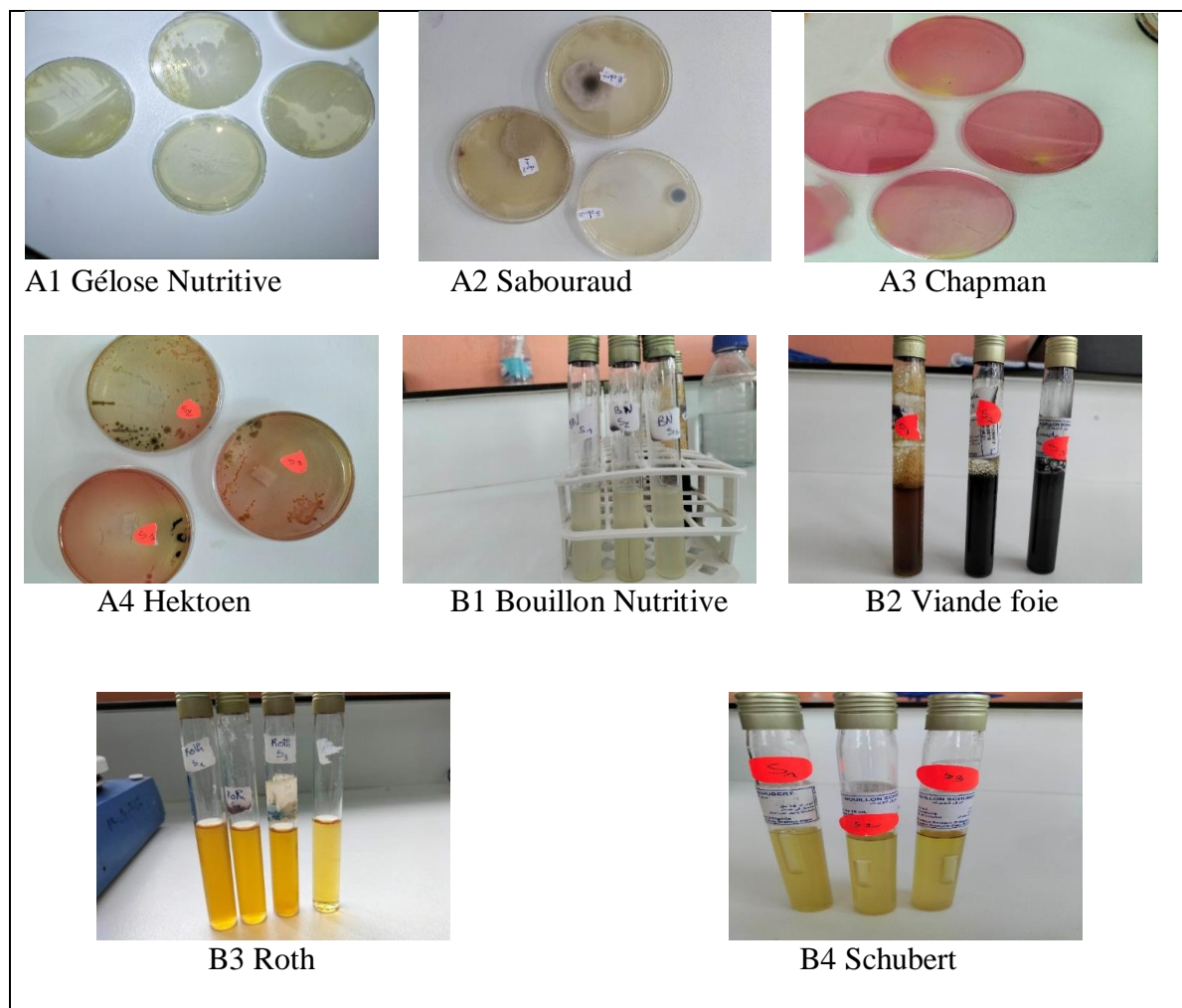


Figure 29: L'observation macroscopique des isolats

Tableau 8: L'aspect colonial des isolats.

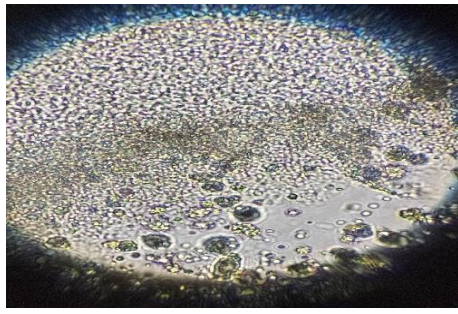
Milieux de culture	Observation macroscopique
Gélose Nutritive (A1)	<ul style="list-style-type: none"> • Colonie beige. • Colonie blanche
Sabouraud (A2)	<ul style="list-style-type: none"> • Colonie blanchâtre, bombée. • Colonie vert. • Colonie bleu.
Chapman (A3)	<ul style="list-style-type: none"> • Colonie jaunâtre avec virage de couleur du milieu entourant les colonies au jaune brillant. • Colonie rose à rouge
Hektoen (A4)	<ul style="list-style-type: none"> • Colonies petites, vertes. • Colonies grandes, jaunes. • Colonies moyennes, jaunes saumon.

Tableau 9 : Observation au niveau des tubes

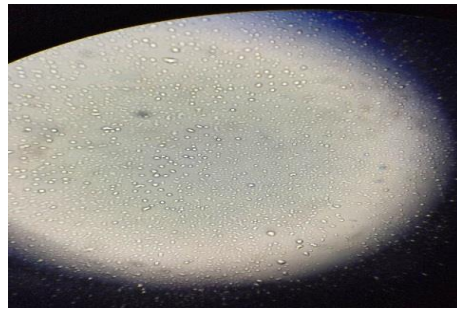
	Milieu	Observation macroscopique	Les bactéries
B1	Bouillon nutritif	Voile à la surface	<i>Consortium</i> : Mélanges microorganismes
B2	Viande foie	Colonie noir	<i>Clostridium Sulfitorédictrices</i> (H ₂ S ⁺)
B3	Roth	Turbidité élevée	<i>Streptocoque fécaux</i>
B4	Bouillon Schubert	Turbidité élevée	<i>Escherichia Coli</i>

II.2. Observation microscopique des isolats

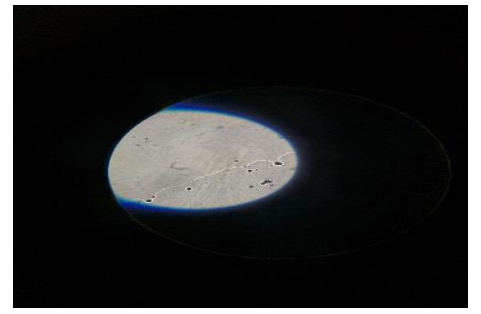
Les résultats de l'observation microscopique (à l'état frais, coloration de Gram, coloration de Bleu de Méthylène) sont résumés dans le tableau 10 et les figures 30, 31.



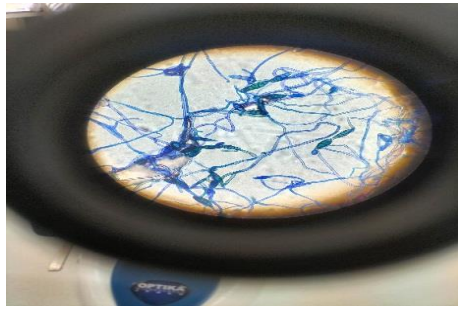
C1 " Hektoen colonie verte "



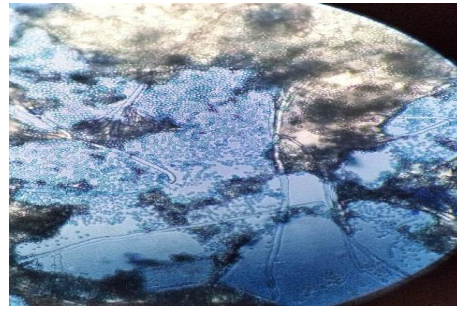
C2 " GN colonie beige "



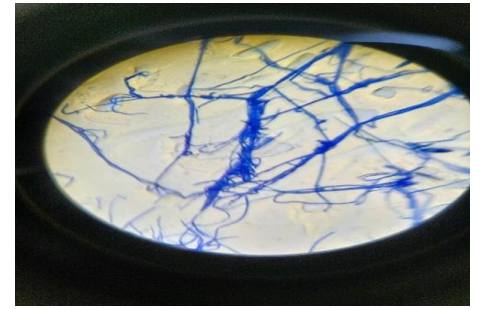
C3 " GN colonie blanche "



C4 " Sabouraud colonie verte "



C5 " Sabouraud colonie bleue "



C6 " Sabouraud colonie blanche "

Figure 30: L'observation microscopique des isolats a l'état frais (objectif ×40)

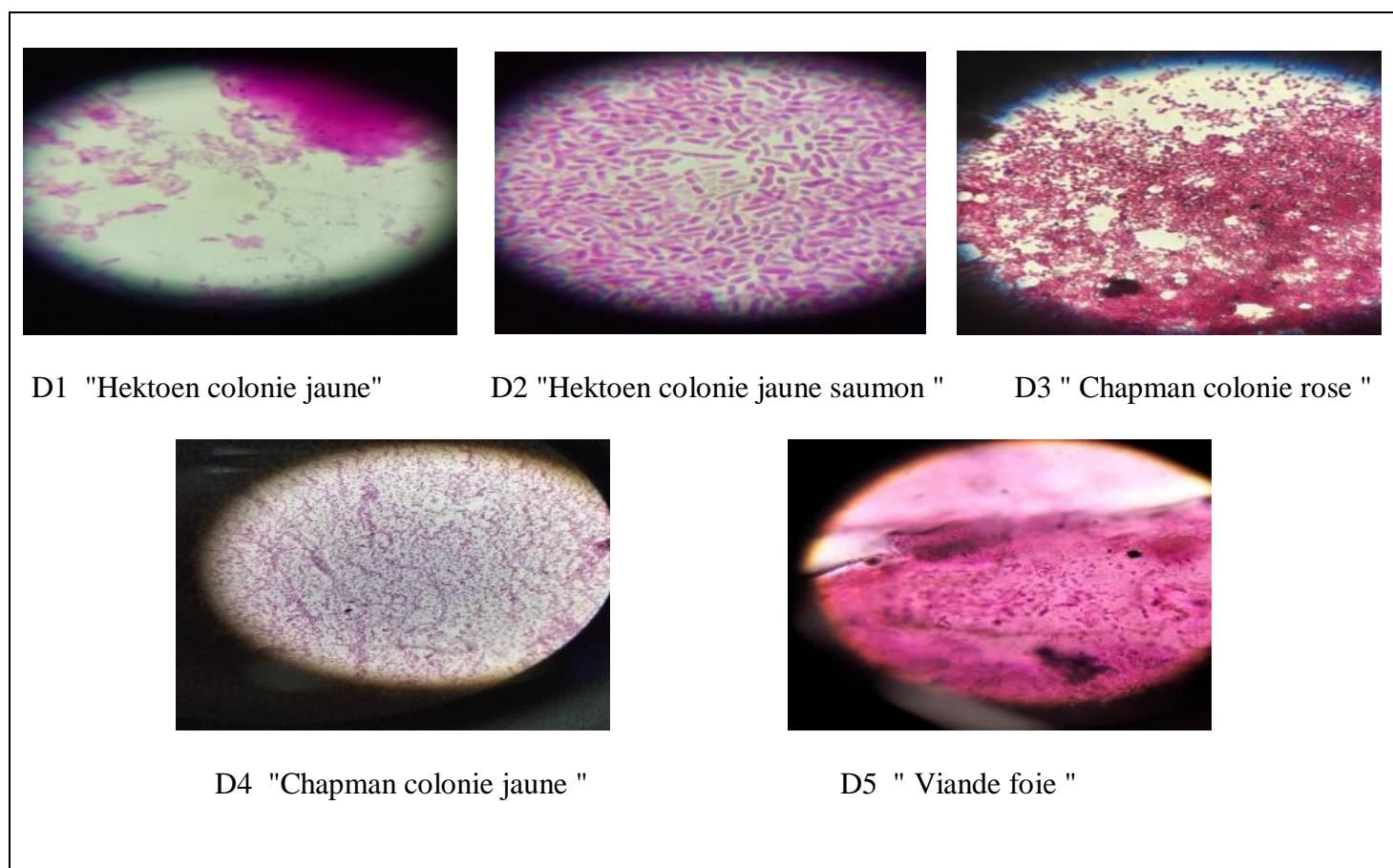


Figure 31: L'observation microscopique des isolats après coloration de Gram (objectif $\times 100$)

Tableau 10: Résultats de l'observation microscopique des isolats

	Morphologie	Mode de regroupement	Mobilité	Gram	Espèce identifiée
C1	Bacilles		Mobile	-	<i>Pseudomonas</i>
C2	Cocci	Chainettes	Immobile	+	<i>Enterococcus</i>
C3					<i>Levure</i>
C4	Champignons				<i>Alternariat sp</i>
C5					<i>Pénicillium</i>
C6					<i>Levure</i>
D1	Cocci	Isolées	Immobile	-	<i>Klebseila</i>
D2	Bâtonnets	Isolées	Immobile	-	<i>E. Coli</i>
D3	Cocci	en amas	Immobile	+	<i>Staphylococcus épidermidis</i>
D4	Cocci	Diplocoques	Immobile	+	<i>Staphylococcus aureus</i>
D5	Bacilles	Isolée	Mobile	+	<i>Clostridium Sulfito-réducteurs(H₂S⁺)</i>

II.3. Interprétations des résultats

- Le milieu Chapman est un milieu sélectif des Gram+, nous observons des colonies avec présence de virage donc présence de *Staphylococcus aureus* et d'autres microorganismes n'utilisant pas le mannitol comme source de carbone. Les staphylocoques aureus forment des colonies luxuriantes, pigmentées, entourées d'une auréole jaune due à la fermentation du mannitol. Les staphylocoques non pathogènes forment en général de petites colonies rouges qui ne modifient pas la teinte du milieu. *Staphylococcus epidermidis*; croissance mais pas de changement de couleur du milieu indiquant l'absence de fermentation du mannitol. *Staphylococcus saprophyticus* avec un petit halo jaune autour de la croissance indique la fermentation du mannitol (10 % de *S.saprophyticus* fermentent le mannitol). La bactérie non fermentant qui résiste à la concentration élevée en sel donne une zone rouge à rose en raison de la dégradation de la peptone. Il peut s'agir des *Enterococcus* (ou *Streptococcus*) ce qui confirme le résultat du milieu de Rothe, des *Micrococcus sp.* et des *Bacillus sp* confirmées par les observations macro et microscopique de la gélose nutritive.
- La turbidité très élevée au niveau des trois tubes, est un milieu de confirmation et sélectif utilisé pour la quantification des entérocoques dans l'eau. La présence d'entérocoque sert d'indicateur de contamination fécale, donc présence des streptocoques fécaux et d'*Escherichia Coli* marqueur de contamination récente.
- La turbidité très élevée avec production de gaz (Milieu Schubert), avec formation de l'anneau rouge cerise en ajoutant le réactif de Kovacs surtout pour l'échantillon 3
- Dans le bouillon nutritif, il s'agit d'un consortium (mélange de microorganismes) figure confirmée par le résultat de l'observation macroscopique des boîtes de la gélose nutritive
- La gélose viande foie additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer montre la présence des *Clostridium sulfito-réducteurs* avec production de H_2S^+ , marqueur de contamination ancienne.
- Les entérocoques se distinguent des autres streptocoques par leur capacité à se multiplier malgré des conditions de croissance hostiles comme des températures extrêmes (10°C à 45°C), en milieu hypersalé, en présence de 40% bile ou encore à PH alcalin. De plus, les bactéries du genre *Enterococcus* hydrolysent l'esculine. Les entérocoques sont des Cocci à Gram positif immobiles En effet, les entérocoques sont

dotés d'une résistance importante aux conditions environnementales et sont même utilisés comme indicateurs de contamination d'origine fécale dans les eaux de consommation et les échantillons environnementaux (**Wheeler et al, 2002**).

- La présence de *Staphylococcus*, *Micrococcus* et *Bacillus* qui ont été isolés à partir des 3 sites d'échantillonnage sont halophiles donc tolèrent les valeurs élevées de la conductivité, la salinité, le Chlorure et de la minéralisation, ces microorganismes peuvent avoir un rôle dans la bio-remédiation.
- Les anaérobies sulfite-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 aussi un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (**Krikeb et al, 2020**). La présence des *Clostridium sulfite-réducteurs* est liée avec la valeur faible de l'oxygène dissous, marqueur d'une contamination fécale ancienne, contrairement à *E. Coli* et aux *Streptocoques fécaux* marqueurs d'une contamination fécale récente.
- Le taux de Carbonates de Calcium dont la valeur élevée est lié avec la présence de *Pseudomonas* et *Bacillus* isolées.

Conclusion

Aujourd'hui, les ressources en eau douce sont exposées à diverses pollutions d'origine multiples : industrielle, urbaine et agricole, générant des dommages pour l'homme et pour son environnement (la faune et la flore). Cette menace a déclenché une prise de conscience dans le monde entier, et a poussé les chercheurs à s'intéresser à l'étude de l'état de contamination des milieux aquatiques.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'Oued Cherka qui se trouve à 3 km à l'est de la ville de Collo. Ce dernier est d'une longueur de 10 km, d'une largeur variant en 10 et 20 m, et qui prend sa source des hauteurs du massif de Collo en traversant des terres fertiles dont la plaine de Talezza avec une embouchure sur la plage.

D'après les résultats d'analyse physico-chimique obtenus on peut conclure que :

- ✓ **Pour la station 1 :** Les variations spatiales des paramètres d'analyses pH, température, conductivité, dureté, Turbidité, TDS, DBO5, DCO, ammonium, nitrate, salinité, chlorure, cuivre et phosphate sont tous dans les normes. Il n'y a que les chlorures, les MES et l'O2 dissous qui dépassent les normes.
- ✓ **Pour la station 2 :** Les paramètres d'analyses pH, température, conductivité, Dureté, Turbidité, DBO5, l'O2 dissous, ammonium, nitrate, salinité, chlorure, cuivre et phosphate sont dans les normes alors que le TDS, les chlorures, DCO les MES dépassent les normes.
- ✓ **Pour la station 3 :** Les paramètres d'analyses pH, , Dureté, , DBO5, l'O2 dissous, ammonium, nitrate, salinité, chlorure, cuivre et phosphate sont dans les normes alors que la température, la Turbidité, le TDS, les chlorures, DCO les MES dépassent les normes.

Les résultats montrent une pollution allant de l'aval vers l'amont liée aux rejets des activités urbaines, agricoles, et industrielles fortement développées dans la région.

Du point de vu microbiologique, les résultats sur les eaux prélevées montrent que toutes présentent une souillure par les Clostridium, E Coli, Staphylocoque, et d'autres bactéries, aussi les champignons et la levure. La présence de différentes bactéries constitue un bon indice de pollution des eaux.

Pour l'avenir, l'établissement d'un traitement des rejets urbains avant de rejoindre les cours d'eau devrait être envisagé pour améliorer la qualité de l'eau. Dans le contexte de

l'évolution démographique récente et rapide de cette zone géographique, l'amélioration de la qualité de l'eau représente un véritable défi pour l'Oued Cherka.

Références bibliographiques

- **Abdellaoui H. 2015** : comparative de la qualité de l'eau de mer dessalée par distillation et Osmose inverse « cas de la station de Honaine, Mémoire de Master Université Abou Bekr Belkaid, p : 89.
- **Abdellioui S, Houhamdi M et Merzoug S. 2013** : qualité microbiologique d'un écosystème lotique cas de l'oued el kebir ouest (Skikda. nord-est. algérien), p : 334.
- **Afnor. 1992** : Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). Association française de normalisation : NF T 90-350.
- **Afri Mehennaoui Fz. 1998** : Contribution à l'étude physicochimique et biologie de l'Oued Kebir Rhumel et ses principaux affluents, Thèse de Magister en Ecologie Université de Constantine : p 238.
- **Belhadj M Z. 2017** : Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la wilaya de Skikda. Thèse de doctorat, Université Biskra, p172.
- **Benkaddour B. 2018** : contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'oued Cheliff (Algérie), thèse doctorat.
- **Bentekhici N et Zebbar Zd. 2008** : "Utilisation d'un SIG pour l'évaluation des caractéristiques physiques d'un bassin versant et leurs influences sur l'écoulement des eaux (Bassin versant d'Oued & EL MALEH, Nord-Ouest d'Algérie). 1ère conférence internationale sur le Web et l'information.
- **Bidi Z, Djidja C. 2020** : Analyse de quelques paramètres physicochimiques d'une source d'eau au niveau de la commune de mizrana, Université mouloud Mammeri de tizi ouzou, p:50
- **Billen G, Garnier J, Nemery J. 2007**: A long-term view of nutrient transfers through the Seine river continuum. Science of the total Environment. p 375.
- **BOTTA A, BELLON L. 2001** : Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro-Méditerranéen TEHYS.
- **Boukarine A. 2017** : quotidien 'liberté'.
- **Boukelkoul A .2016** : Identification des souches bactériennes autochtones telluriques isolées à partir d'une station-service merjDib Skikda mémoire Master Université de Skikda.

- **Boutebba Ch, Ferdi I, Meghazi Ch. 2022** : Qualité physique-chimique et bactériologique d’oued Seybouse, mémoire master. Université Guelma.
- **Branger A. 2007** : Micro biochimie et alimentation p 63.
- **BRUXELLES ENVIRONNEMENT 2012.** « Programmes de surveillance de l’état des eaux de Région de Bruxelles-Capitale en application de l’Ordonnance Cadre Eau », 12 juillet 2012.
- **Burford MA, 2014** : Costanzo SD, Dennison WC, et al. A synthesis of dominant ecological processes in intensive shrimp ponds and adjacent coastal environments in NE Australia. Marine Pollution Bulletin. 2003 ; 46 :p1456–1
- **Chapman D et Kimastach V, 1996:** Sélection of water quality variables, Water quality assessment : a guide to the use of biota ; Sédiments and water in Environment monitoring, Chapman édition, 2nd ed . E et FN Spon, London, p 126.
- **Chekirou. H., Ourdjini A et Ourdjini S, (2017)** : Contribution à l’étude physico-chimique et bactériologique et l’origine de la pollution fécale au niveau de l’amont d’oued Seybouse (Guelma). Mémoire de master, Université 8 mai 1945. Guelma.p13.
- **Contrat de nappe de collo wilaya de skikda. Rapport** état des lieux bilan et diagnostique, janvier 2023 p66.
- **Décret 11-125 Qualité d’eau, 2011** : Journal officielle de la république algérienne N°18.
- **Décret 14-125 Qualité d’eau, 2014** : Journal officielle de la république algérienne N°34.
- **Degrémont, 1978** :« Mémento technique de l’eau » 8ème édition, Paris
- **Delarras C, 2014** : Pratique en microbiologie d’élaboration : Recherche de bactéries et de levures-moisissures. Lavoisier, Paris.P772.
- **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. Jun, p101–112.
- **DESJARDINS, 1997** : « Le traitement de l’eau ». Editions de l’école polytechnique de Montréal. DOIN éditeurs, paris.
- **Diab W, 2016** : Etude des propriétés physico-chimiques et colloïdales du bassin de la rivière Litani, Liban. Thèse de Doctorat. Université de Lorraine (France), p214.

- **Fekrache F, 2009** : Distribution des sels nutritifs et des matières organiques dans l'embouchure d'Oued Seybouse, Mémoire Magister Université Badji Mokhtar – Annaba.
- **Fouzari A, 2009** : "Contribution à l'étude des macros invertébrées d'Oued Seybouse Diptera, Coléoptère et Gastéropode. Thèse de Doctorat. Université 8 mai 1945, Guelma. p 80.
- **Gaujous D, 1995** : La pollution des milieux aquatique : Aide-mémoire 2ème édition Lavoisier TEC & DOC, p 220.
- **Gbohaida V, Agbangnan DP, Ngossanga MB, Medoatinsa SE, Dovonon LF, Wotto DV et Sohounhloue DC, 2016** : Etude de la qualité physico-chimique de l'eau de boisson dans deux localités du Bénin, Cotonou et Dassa-Zoumè, International Journal of Biological and Chemical Sciences, p 434.
- **Gueddah D, 2003** : Evaluation de la pollution industrielle et urbaine dans la région de Skikda : impact sur l'écosystème marin côtier .thèse de magister. Université d'Annaba.
- **Guiraud JP, 1998** : Microbiologie alimentaire, édition Dunod (France).
- **Hadj-Saïd S, 2007** : Contribution à l'étude hydrogéologique d'un aquifère en zone côtière, cas de la nappe de Guerbès, thèse de Doctorat d'état, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, p : 215.
- **Haslay C, Leclerc H, 1993** : Microbiologie des eaux d'alimentation, 10-1993, p496.
- **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), p 175.
- **Hébert S et Légaré S. 2000**: Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau, Direction de suivi de l'état et l'environnement, Ministère de l'environnement. Gouvernement de Québec, p : 50.
- **Johnson MF, Wilby RL, 2015**: Seeing the landscape for the trees : metrics to guide riparian shade management in river catchments. Water Resources Research. : 3754–3769.p51.
- **Khelili, R, Lazali, D, 2015** : Étude des propriétés physicochimiques et bactériologiques de l'eau du barrage harraza wilaya d'Ain defla.

- **Krikeb Y, Siyad K ,2020** : Suivi de la qualité bactériologique des eaux de consommation avant et après distribution du barrage taksebt T.O. Mémoire de magister. Université mouloud Mammeri de tizi ousou.
- Laboratoire régional de l'environnement **ONEDD** janvier 2007 Mr LAKHDARI Mohamed.
- **Les données de l'LBGE** : "L'eau à Bruxelles" Novembre 2005 QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE ET CHIMIQUE DES EAUX DE SURFACE : CADRE GÉNÉRAL, p16.
- **Lévêque C, 1996** : Ecosystèmes aquatiques. paris : Hachette (les fondamentaux ; 77). ISBN 2-01-14-5126-4 p 160.
- **Leynaud G, 1968** : "Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique B.T.I. Ministère de l'agriculture.
- **Makhoukh M, Sbaa M , Berrahou A et Clooster Van M. 2011** : " Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya (Maroc oriental). Larhyss Journal, no 09. p149-169.
- **Malaoui S et Agoudjil NE. 2015** : "Etude de la Qualité des eaux de surface et des eaux traitées Cas des barrages de Koudiat Medaouar & d'Ain Zada, Mémoire de Master en hydraulique Université Larbi Ben M'hidi– OUM EL –BOUAGHI p : 148.
- **Masson JP .1988** : Suivi de la qualité des eaux superficielles : l'expérience française.
- **Marrouche H. 2019** : Les plantes médicinales dans la zone de Boussaâda, Mémoire Master Université de Msila, p 134.
- **Mayat S .1994** : technique de traitement : aliments et eaux, 1ère edition.p1994.
- **Mekaoussi N .2014** : Comportement des éléments chimiques dans les eaux de surface de Hammam Debagh (est Algérien). Mémoire de Magister, Université de Batna (Algérie), p126.
- **Merhabi F, Amine H et Halwani J. 2018** : Evaluation de la qualité des eaux de surface de la rivière kadicha. Libanaise Science Journal, p : 34.
- **Merzoug S. 2009** : Etude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'écosystème lacustre Gara et Hadj-Taher (Benmaazouz, wilaya de Skikda), Magister Université 08 Mai 1945 de Guelma p : 115.
- **Mouly D, Joulin E, Roosin C, Beauudeau P, Zeghnoun A, A, & Munoz JF. 2008** : Rapport Campagne d'analyses distribution d'eau et modélisation de Saint-Maurice (Fra). Institut de veille sanitaire. Olszewski-Ortar, d'étude, Les sous-produits de

chloration dans l'eau destinée à la consommation humaine en France - dans quatre systèmes de l'évolution des trials méthanés.

- **Moumouni M. Djermakoye H. 2005 :** " Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries : caractéristique physico-chimique, bactériologique et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines.
- **Monde J. 1989 :** Mémento technique de l'eau Tome 11989 Ed : Degrémont.9ème édition. p592.
- **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), p359.
- **Pellaray S. 2016 :** "gouvernance et mesure de la valeur économique de l'eau : proposition d'un indice composite de qualité de service durable, thèse de doctorat, université Grenoble alpes .p37.
- **Queneau P, Hubert J. 2009 :** place des eaux minérales dans l'alimentation, Rapport de l'Académie nationale de médecine, Société française de l'hydrologie et climatologie médicale, France, pp : 175-220.
- **Queneau, Habert .2009 :** place des eaux minérales dans l'alimentation. Bul Acad.
- **Regam A. 2010 :** Evaluation de la Qualité Physico-Chimique et Bactériologiques des Eaux Potables, Cas de la Station de Traitement de Hammam Debagh-Guelma Mémoire de Master, Université de 08 Mai 1945 Eulma, p : 75.
- **Rejsek F. 2002 :** Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine Bordeaux France, p : 358.
- **Rodier C, Blanchard. E. 2005 :**"L'Analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eaux de Mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats, Ed Dunod, paris, p384.
- **Rodier J. 1984 :** Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7ème édition, Dunot, Paris.p1365.
- **Rodier JL. 2009 :** "L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer 9ème éd Dunod Éd Paris, p : 1579.
- **Rodriguez. G. 2004 :**" Etude de la congélation comme technique de traitement des eaux applications spécifiques, Thèse de doctorat, Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, p : 09.

- **Rouina M et Zahzah A. 2021** : Qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau des sources et celle distribuée dans la région de Biskra, Mémoire de Master Université Mohamed Khider de Biskra, p : 43.
- **Santé canada. 2001.**
- **Sayad D. 2008** : qualité physicochimique des eaux de l'écosystème lacustre lac des oiseaux wilaya de tarf. Mémoire de magister, université badji Mokhtar annaba.p110.
- **Tremblay, 1995** : Caractérisation physicochimique des bois raméaux fragmentés et leurs effets sur la croissance des plantes. mémoire de maîtrise, faculté des sciences de l'agriculture et l'alimentation, université Laval, Québec .p173.
- **Vernaux J, 1973** : Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura) Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs Essais de biotypologie, Thèse de Doctorat des sciences Naturelles Université de Besançon, p : 257.
- **Wheeler AL, artel PG, Godfrey DG, Hill JL, Segars WL, 2002** : Potential of Enterococcus faecalis as a human fécal indicator for microbial source tracking. Journal of environmental Quality 31, p24-35.
- **Yapo Bo, Mambo V, Séka A, 2009** : "Caractérisation par fractionnement gravimétrique de la matière organique contenue dans les eaux usées : application à l'étude de la biodégradabilité.p17.

Sites web

- <https://education.toutcomment.com/?fbclid=IwAR0SNK3DB37EbPWMGUnsLv8E-v1zEW-OzwausBlnrK4IoIRlgjxigrYnshw>. Consulté le 25.02.2023 à 23,28.
- <https://munchkin.marketo.net/munchkin.js>. Consulté le 04.04.2023 à 10:23.
- <https://www.algerie360.com/pollution-a-collo-la-plaine-de-taleza-menacee>. Consulté le 21.05.2023 à 20:40.

Annexes

Annexe 01 : Décret 14-125 Qualité d'eau, 2014 : Journal officielle de la république algérienne N°13.

7 Jomada El Oula 1435
9 mars 2014

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 13

15

ANNEXE

Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine

Tableau 1 : paramètres avec valeurs limites

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Ammonium	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	- Eaux conventionnelles : 1 - Eaux déssalées ou déminéralisées : 1,3
	Fluorures	mg/l	1,5
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0,2
	Oxydabilité	mg/l O ₂	5
	Acrylamide	µg/l	0,5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre	mg/l	2
	Cyanures	µg/l	70
	Mercuré	µg/l	6
	Nickel	µg/l	70
	Plomb	µg/l	10
	Sélénium	µg/l	10
	Zinc	mg/l	5
	Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A) totaux	µg/l	0,2
	Fluoranthène, benzo (3,4) fluoranthène, benzo (1,12) fluoranthène, benzo (3,4) pyrène, benzo (1,12) pérylène, indéno (1,2,3-cd) pyrène, benzo (3,4) pyrène	µg/l	0,01
Benzène	µg/l	10	
Toluène	µg/l	700	
Ethylbenzène	µg/l	300	

Annexe 02 : Décret 11-125 Qualité d'eau, 201 : Journal officielle de la république algérienne N°34.

6		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 34		17 Rajab 1432 19 juin 2011	
ANNEXE (suite)					
Groupes de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur maximale		
			Eaux superficielles	Eaux souterraines	
Paramètres chimiques	Baryum	mg/l	1	0,7	
	Bore	mg/l	1	1	
	Fer dissous	mg/l	1	0,3	
	Fluor	mg/l	2	1,5	
	Manganèse	mg/l	1	0,05	
	Nitrates	mg/l NO3	50	50	
	Phosphore	mg/l	10	5	
	Arsenic	µg/l	100	10	
	Cadmium	µg/l	5	5	
	Chrome	µg/l	100	50	
	Cuivre	Mg/l	2	0,05	
	Cyanures	µg/l	100	50	
	Mercure	µg/l	10	6	
	Plomb	µg/l	50	10	
	Sélénium	µg/l	50	10	
	Zinc	mg/l	5	5	
	Hydrocarbures polycycliques aromatiques	µg/l	1	0,2	
	Hydrocarbures dissous	µg/l	1000	10	
	Phénols	µg/l	2	0,5	
	Agents de surface	mg/l	0,5	0,2	
Azote Kjeldhal	mg/l	3	1		
Pesticides	µg/l	1	0,5		
Paramètres microbiologiques	Escherichia coli	n/100ml	20.000	20	
	Entérocoques	n/100ml	10.000	20	
	Salmonelles	—	Absence dans 1000 ml	Absence dans 5000 ml	

