

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Science de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité/ Option : Microbiologie Appliqué.
Département : Ecologie et Génie de l'Environnement

Qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau d'Oued SEYBOUSE

Présenté par :

BOUTEBBA Chourouk

FERDI Ilhem

MEGHAZI Chiraz

Devant le jury composé de :

Présidente :	Slimani. A	(MCB)	Université de Guelma
Examinatrice :	Benosmane. S	(MCB)	Université de Guelma
Encadreur :	Djamaa. F	(MCB)	Université de Guelma

Juin 2022

Remerciement

*Tout d'abord, nous remercions ***Allah*** Tout puissant qui nous a donné la force,
la volonté et le courage d'accomplir ce travail.
Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements notre
profonde gratitude*

*À notre président de jury **Mme Slimani Atika, Maître de conférences B**
à l'université de Guelma pour d'avoir fait l'honneur de présider le jury.*

*À notre examinatrice **Mme Benosmane Sana, Maître de conférences B** à
l'université de Guelma, pour l'intérêt qu'il a porté à notre travail en
acceptant
d'examiner notre travail.*

*À notre encadreur **Mme DJAMAA Fatma, Maître de conférences B** à
l'université de Guelma. Nous la remercions de nous superviser, diriger,
aider et
conseiller avec toute la patience et la gentillesse.*

*Un merci particulier à **Melle. RAZKALLAH Zahra, Docteur** à
l'université de
Guelma pour son aide, ses judicieux conseils et son soutien scientifique et
moral.*

*Nous remercions également toute l'équipe pédagogique de l'Université de
Guelma*

*Enfin, tous ceux que nous avons oubliés peuvent trouver ici nos sincères
remerciements pour leur soutien, leur aide et leurs contributions à la
réalisation
de ce mémoire.*

Dédicace

Merci à Allah de m'avoir donné la capacité décrire, de réfléchir, d'avoir la force d'en croire en lui et surtout d'avoir la patience de persévérer jusqu'à la réalisation de mon rêve et de mon bonheur, tout en levant, mes mains vers le ciel et dire :

الحمد لله

Je tiens c'est avec grande plaisir que je dédie ce modeste travail :

A mon père Mohamed, mon soutien dans la vie et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir.

A ma mère Samia, la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie.

Je tiens à vous remercier pour tout l'amour, le soutien et la confiance sans vous, je n'aurais pas pu réaliser mon rêve et atteindre ce que je suis aujourd'hui, Vous êtes les êtres les plus chers à mon coeur, aucun mot ne pourra exprimer ma gratitude et mon estime pour vous.

A mes chers frères Abdelkader, Chouaib et Younes, je vous souhaite a tous plein de joie et de bonheur

Un grand merci du font du cœur A mes collègues Mouna et Ilhem pour tous les bons moments durant quatre ans de connaissance surtout cette année et pour vos efforts

A mes chères amies Chaima, Douaa merci pour tous les moments inoubliables, merci d'avoir été à mos cotés dans les moments les plus difficiles de ma vie

A mon ami depuis d'enfance Malak, je te souhaite le meilleur et le succès dans ta vie

A mes cousines romaissa, khawla, Asmaa, nada

A ma tante hadjira et mon grand père Rabeh

A toute la promotion de la microbiologie Appliquée 2022.



Meghazi Chiraz

Dédicace

En premier lieu et avant tout, louange à dieu le miséricordieux qui m'a éclairé le chemin de la science et de la connaissance.

Je dédie ce travail à mes plus chers êtres au monde :

*A mon très chère père **Rabeh** mon exemple dans ma vie qui m'a nourri d'amour, enveloppé de confort, pour son soutien moral et matériel durant toutes les étapes de ma vie.*

*A mon adorable maman **Nacira** pour son amour, sa tendresse, à toi qui ne m'as jamais fait manquer de rien, à toi qui as toujours été là pour moi*

Je les remercie de m'avoir toujours laissé la liberté de mes choix, de m'avoir fait Confiance et de m'avoir soutenu car sans eux je n'aurais jamais pu faire, ce travail est un fruit de leur sacrifices et efforts

*A mon frère **Oussama** et ma sœur **Boutheïna** Chacun de vous est responsable du bonheur que j'éprouve aujourd'hui*

*A mon adorable amie **Marwa** pour votre encouragement, votre aide et surtout votre présence dans les moments Les plus difficiles.*

*A ma fidèle amie **Ilhem** pour chaque moment, chaque instant, chaque sourire, chaque aventure ensemble, que dieu réalise vos rêves*

*A ma très cher tante **Noura** que dieu le tout puissant vous garde pour nous*

*A mes très chers oncles **Nacer** et **Sassi Doukhi***

A tous mes oncles et tantes, cousins et cousines

*A mes collègues **Ilhem** et **Chiraz** pour tous les moments inoubliables surtout durant le travail pratique et la période de prélèvement*

*A tous mes chers amis **Madjda**, **Warda**, **Nouha**, **khouloud**, **Chaïma**, **safia**, **Ines** que dieu protège notre amitié*

En fin, à tous ceux qui me sont chers, je leur dédie ce modeste travail et qu'ils trouvent de ma part tous mes respects, ma fidélité et mes sentiments les plus sincères.

Merci



Boutebba Chourouk

Dédicace

Je dédie fièrement cette mémoire :

A l'âme de mon Très chère Grand-père Messaoud,

Je prie Dieu Le Tout Puissant de lui

Accorde le plus haut des paradis

A ma très chère mère Noura :

Honorable aimable : tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi ta prière et la bénédiction m'ont été d'un grand secours.

A mon très chère père Djamel :

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A l'adorable sœur Ghozlen :

Puisse Dieu vous donne santé, bonheur et réussite.

A ma grand-mère Bouka :

Que dieu te Garde.

A mon mari Wissem et ma belle-mère Souad :

Merci pour votre soutien.

A notre petit ange Anas Mortadha

Que Allah le protège pour ses parents ma sœur Randa et mon frère Mohamed.

A mes chère amis intimes Mouna et Amina :

Vous êtes comme des sœurs pour moi, que Dieu réalise tous vos rêves. A tous mes amis sans exception, j'ai de la chance car vous êtes dans ma vie, que Dieu vous protège et vous accorde ce que vous désirez.

A mes camarade Chourouk et Chiraz :

Nous avons passé des moments inoubliables, j'espère que vous me pardonneriez si je fais quelque chose de mal.

A mon bon voisin Halima :

Merci énormément.

Ferdi Ithem



Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction 1

Chapitre I : Généralités sur l'eau

1. Généralités sur l'eau	4
1.1. L'importance de l'eau	4
1.2. Cycle de l'eau	4
1.3. Les ressources hydriques naturelles	5
1.3.1. Les eaux de pluie	5
1.3.2. Les eaux de surface	5
1.3.3. Les eaux souterraines	6
1.4. Les principales différences entre les eaux souterraines et les eaux de surface	6
2. Pollution de l'eau	7
2.1. La pollution des eaux d'Oued Seybouse	7
2.2. Origine de pollution	8
2.2.1. Phénomènes naturels	8
2.2.2. La pollution domestique	8
2.2.3. La pollution urbaine	8
2.2.4. Pollution d'origine agricole	8
2.2.5. Pollution industrielle	9
2.3. Modes de pollution	9
2.3.1. Pollution physique	10
2.3.1.1. Pollution thermique	10
2.3.1.2. Polluants radioactifs	10
2.3.1.3. Les matières en suspension	10
2.3.2. Pollution chimique	10
2.3.3. Pollution microbienne	11
2.4. Les effets de la pollution sur les eaux de surface	12
2.4.1. Une diminution de la teneur en oxygène dissous	12

2.4.2. La présence des produits toxiques	12
2.4.3. Une prolifération d'algues	12
2.4.4. Une modification physique du milieu récepteur.....	13
2.4.5. La Présence de bactéries ou virus pathogènes.....	13
2.5. Traitements	13
2.5.1. Le captage	13
2.5.2. Le traitement	13
2.5.2.1. Le traitement conventionnel.....	13
2.5.2.1.1. Clarification (coagulation/floculation).....	14
2.5.2.1.2. Flottation	14
2.5.2.1.3. Filtration sur sable	14
2.5.2.1.4. Adsorption sur charbon actif	14
2.5.2.1.5. Désinfection.....	15
2.5.2.2. Le traitement avancé.....	15
2.5.3. Le stockage et assainissement.....	16

Chapitre II : Description du site d'étude

1. Situation géographique de la wilaya de Guelma	18
2. Description d'Oued Seybouse	18
3. Réseau hydrographique.....	20
4. Caractéristiques d'Oued Seybouse.....	21
5. Etude climatique.....	22
5.1. La température.....	22
5.2. Précipitation.....	23
5.3. Humidité relative.....	24

Chapitre III : Matériel et Méthodes

1. Présentation du site d'étude	27
2. Matériels de prélèvement.....	28
3. Méthode de prélèvement.....	28
4. Enregistrement et étiquetage des échantillons.....	29
5. Transport et conservation des échantillons	29
6. Les analyses effectuées	29
6.1. Les analyses physicochimiques	29

6.1.1. Température	30
6.1.2. Le potentiel hydrogène.....	30
6.1.3. Conductivité.....	31
6.1.4. Turbidité	31
6.1.5. Salinité.....	31
6.1.6. Oxygène dissous.....	32
6.2. Les analyses bactériologiques.....	32
6.2.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies revivifiables à 22°C et 37 °C... 33	
6.2.2. Recherche et dénombrement des germes de contamination fécale.....	34
6.2.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux, fécaux avec identification d' <i>Escherichia coli</i> en milieu liquide (méthode de NPP)	34
6.2.2.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (<i>Enterococcus</i>)	37
6.2.3. Recherche et dénombrement des bactéries anaérobies Sulfito-réductrices (ASR)39	
6.2.4. Recherche des germes pathogènes	41
6.2.4.1. Recherche de <i>salmonella</i>	41
6.2.4.2. Recherche de <i>staphylococcus</i>	42
6.2.4.3. Recherche des Vibrios.....	43
7. Identification des germes	45
7.1. Examen macroscopique des caractères culturaux	45
7.2. Examens liée aux caractères biochimique et enzymatique	46
7.3. Examen microscopique	49

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Les analyses physico-chimiques	51
1.1. La température	51
1.2. Le potentiel hydrogène.....	51
1.3. La conductivité électrique	51
1.4. La turbidité	52
1.5. La salinité.....	52
1.6. L'oxygène dissous.....	52
3. Résultats des analyses bactériologiques	53
2.1. Résultats de la recherche et dénombrement des micro-organismes revivifiables.....	54
2.2. Recherche et dénombrement des germes de contamination fécale.....	55

2.2.1. Les coliformes totaux	55
2.2.2. Les coliformes fécaux	56
2.3. Les streptocoques fécaux	57
2.4. Spores des anaérobies-sulfito-réducteurs(ASR)	58
2.5. Résultat des germes pathogènes	59
2.5.1. Caractères morphologiques et coloration de Gram	60
2.5.2. Résultats de l'identification biochimique	62
2.5.2.1. Profil biochimique des <i>Staphylococcus</i>	62
2.5.2.2. Profil biochimique des <i>Vibrio</i>	63
2.5.3. Résultats de la galerie API 20 E	63
Conclusion	65

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des figures

Figure 1 : Cycle de l'eau dans la nature	5
Figure 2 : Description géographique de la wilaya de Guelma	19
Figure 3 : Limites géographiques du bassin versant de la Seybouse	19
Figure 4: Le bassin versant de la Seybouse : Modèle numérique de terrain et limites de sous bassin	21
Figure 5: réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Seybouse	21
Figure 6: Température mensuelle en (C°) durant la période (2013-2017)	23
Figure 7: Variations de la précipitation durant la période (2013-2017)	24
Figure 8: Evaluation mensuelle des humidités relatives de Guelma durant la période (2013-2017)	25
Figure 9 : La situation géographique des sites d'échantillonnage	27
Figure 10: Site d'échantillonnage d'oued Seybouse dans deux sites déférents	28
Figure 11: Etiquetage des échantillons	29
Figure 12: Multi paramètre de type HANNA HI 9828	30
Figure 13: Turbidimètre de type AQUALYTIC (AL450T-IR)	31
Figure 14: Protocole de recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables	34
Figure 15: Protocole de recherche et dénombrement des coliformes totaux, fécaux et <i>E.coli</i>	37
Figure 16 : Protocole de recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	39
Figure 17: Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite réducteurs (ASR)	40
Figure 18: Protocole de Recherche des Salmonelles.....	42
Figure 19: Recherche et identification des staphylocoques pathogènes (<i>S. aureus</i>)	43
Figure 20: Protocole opératoire de recherche et identification des <i>Vibrion</i> dans l'eau	45
Figure 21: système API 20E	47
Figure 22: l'enzyme oxydase	48
Figure 23: Procédure de la coloration de Gram	49
Figure 24: Variations de la température de l'eau.....	53
Figure 25: Variations du pH de l'eau	53
Figure 26: Variations de la conductivité électrique de l'eau.....	53
Figure 27: La variation de la turbidité de l'eau.....	53
Figure 28: Variation de la salinité de l'eau d'Oued Seybouse.....	53

Figure 29 : Variation de l'oxygène dissous de l'eau.....	53
Figure 30: Photo présentant le résultat de la recherche des microorganismes revivifiables...	55
Figure 31: Variations du nombre des germes revivifiables à 22 et à 37 °C dans l'eau.	55
Figure 32: Résultats de test présomptif de site 1 dans le mois de Mai	55
Figure 33: Evaluation du nombre des coliformes totaux/100 ml dans l'eau d'Oued Seybouse.	56
Figure 34: Test confirmatif à 44°C confirme la présence <i>d'E Coli</i>	56
Figure 35: Evaluation du nombre des coliformes fécaux /100 ml dans l'eau d'Oued Seybouse.	57
Figure 36: Evaluation du nombre des streptocoques fécaux /100 ml dans l'eau d'Oued Seybouse.....	58
Figure 37 : Résultats des ASR dans les deux stations de prélèvements.....	59
Figure 38: Variations du nombre des spores des anaérobies-sulfite-réducteurs (ASR) dans l'eau.....	59
Figure 39: Aspect des colonies sur gélose Chapman	61
Figure 40: Cocci à Gram positif en amas (Grossissement×100).....	61
Figure 41: Cocci à Gram positif en amas (Grossissement×100).....	61
Figure 42 : Aspect des colonies sur gélose GNAB	61
Figure 43: Cocci à Gram négatif en amas (Grossissement ×100).....	61
Figure 44: Cocci à Gram négatif en amas (Grossissement ×100).....	61
Figure 45 : Aspect des colonies sur gélose SS	62
Figure 46: Bacille à Gram négatif (Grossissement ×100).....	62
Figure 47 : Bacille à Gram négatif (Grossissement ×100).....	62
Figure 48: Aspect des colonies sur gélose Mac Conkey.....	62
Figure 49 : Bacille à Gram négatif (Grossissement ×100).....	62
Figure 50 : Bacille à Gram négatif (Grossissement ×100).....	62
Figure 51: Résultat de test Oxydase négatif.	63
Figure 52: Résultat de test Catalase positif.	63
Figure 53: Résultat de test Mannitol mobilité positif.....	63
Figure 54: Résultat de test oxydase positif.	63
Figure 55: Résultats de API 20 E : <i>Serratia fonticola</i>	64

Liste des tableaux

Tableau 1: Comparaison entre les eaux de surface et les eaux souterraines.....	6
Tableau 2: Concentration de quelques micro-organismes dans les eaux usées urbaines	11
Tableau 3: Répartition des sous-bassins de la Seybouse	20
Tableau 4 : Présentation des sites de prélèvement.....	27
Tableau 5: As pects macroscopiques et microscopiques des colonies bactériennes isolées dans l'eau d'Oued Seybouse	60
Tableau 6: Résultat du profil biochimique des <i>Staphylococcus</i> isolés.	63
Tableau 7: Résultats du profil biochimique des <i>Vibrio</i> isolés.	63
Tableau 8: Lecture et interprétations des tests biochimiques du milieu TSI	Annexe 2
Tableau 9: Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température	Annexe3
Tableau 10: Classification des eaux d'après leur pH	Annexe 4
Tableau 11: Grille de la qualité des eaux des rivières selon la conductivité électrique	Annexe 5
Tableau 12: Grille d'appréciation de la qualité des eaux en fonction de la turbidité d'après....	Annexe 6
Tableau 13: Qualité des eaux en fonction de l'oxygène dissous	Annexe 7
Tableau 14: Indice NPP : combinaison de résultats positifs obtenus avec : 3 portion de 10 ml, 3 portion de 1 ml, 3 potion de 0.1 ml	Annexe 8

Liste des abréviations

% : pour cent.

± : plus ou moins.

°C : Degré Celsius.

°F : Degré Française.

µs/cm : micro Siemens par centimètre.

ADH : décarboxylation de l'acide aminé arginine par l'arginine d'hydrolase.

API 20 E: Analytical Profile Index 20 enterobacteria.

API: Analytical Profile Index.

ASR : Anaérobies Sulfito-Réducteurs.

BCPL : Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol.

CF : coliformes fécaux.

Cl : le chlore.

Cm : centimètre.

CO₂ : Dioxyde de Carbone.

CT : coliformes totaux.

CT/100ml : coliformes totaux par cent millilitre.

CTI : utilisation du citrate comme seule source de carbone.

D/C : double concentration.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

EPA : Eau Peptonée Alcaline.

Eva Litsky : Bouillon à l'éthyle violet et azide de sodium.

Fe : le fer.

Fe²⁺ : l'ion ferreux.

Fig : figure.

G/l : Gram sur litre.

GEL : test de production de l'enzyme gélatinase.

GNAB : Gélose Nutritive Alcaline de Billé.

H₂S : Hydrogène sulfureux.

H₂S : sulfure d'hydrogène.

Ha : hectare.

Km : kilomètre.

Km² : Kilomètre carré.

LCD : décarboxylation de l'acide aminé lysine par lysine décarboxylase.

m³ : mètre cube.

mg/L : Milligramme par litre.

ml : Millilitre.

mm : Millimètre.

Mn : le manganèse.

NH₄ : L'azote ammoniacal.

nm : Nanomètre.

NO₂ : Les Nitrites.

NO₃ : Les Nitrates.

NPP : Nombre le plus probable.

NTU : Nephelometric Turbidity Unit.

ODC : décarboxylation de l'acide aminé orthinine par l'orthinine décarboxylase.

pH : potentiel d'hydrogène.

PO₄ : le phosphore.

S/C : simple concentration.

SF/100ml : Streptocoque fécaux par millilitre.

SFB : Bouillon Sélénite Cystéine.

SO₄ : le sulfate.

SS : Salmonella-Shigella.

UFC/ml : Unité formant colonie par millilitre.

URE : test de l'enzyme uréase.

VF : viande fois.

VP : Voges Proskauer.

µm : micromètre.

Introduction

L'eau c'est la vie, mais quand cette source est contaminée elle devient la cause de plusieurs maladies hydriques, c'est pour cela il faut contrôler la qualité d'eau pour la protection de la santé des consommateurs d'une part et pour l'environnement d'autre part.

Sur Terre, 97 % de l'eau de surface est salée ; les 3 % restant constituent les réserves d'eau douce de la planète. On a approximativement la répartition suivante : 2/3 d'eau douce enfermée dans les calottes polaires, les glaciers ou le roc profond et le reste sous forme d'eau douce accessible.

Chaque année, l'agriculture consomme près de 70 % de l'eau douce accessible, l'industrie consomme un autre 20 % et le 10 % restant sert à l'utilisation locale ou municipale pour la consommation domestique et autres usages directs. Au cours du dernier siècle, l'utilisation annuelle d'eau douce a augmenté deux fois de plus que le rythme de la population **(Boyer, 2008)**.

Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables, dont leur sauvegarde est au premier rang de priorités.

En Algérie, l'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture en irrigué et l'industrie **(Harrat, 2010)**.

Les Oueds d'Algérie sont devenus des véritables dépotoirs, en ce sens ils charrient toutes sortes de rejets liquides et solides. Ceci a eu pour incidence une dégradation de la qualité des eaux **(Guasmi et al., 2006)**.

Exemple d'eau de surface les oueds comme oued Seybouse, qui a connaît depuis plusieurs années une dégradation notable de ses qualités physico-chimique et biologique. Et cela est dû aux eaux usées de l'ensemble des trois wilayas (Guelma, El Tarf et Annaba) avec leurs communes sont déversées et sans traitement préalable dans l'oued, Ces rejets contiennent des concentrations importantes des polluants qui entraînent une dégradation considérable de la qualité des eaux de cet écosystème lotique, qui est connue pour ses nombreuses activités agricoles.

Plusieurs études ont déjà été réalisées sur les eaux de surface dont des mémoires de master et des thèses de doctorat, ces dernières indiquant les différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité des eaux de surface et la pollution des écosystèmes aquatiques continentaux **(Reggam, 2014)**.

À cet effet l'objectif de notre étude est évaluer la qualité des eaux d'Oued Seybouse situé dans la wilaya de Guelma. Par la détermination de ces caractéristiques physico-chimique et bactériologique, et essayer de répondre aux questions suivantes :

- Quel est l'état actuel de la qualité physico- chimique des eaux superficielles ?
- Quels sont les déférences polluant physico-chimiques existant dans l'eau ainsi que leur origine ?
- Et enfin, quels sont les déférents micro-organismes (Bactéries, indicateur de contamination fécale, bactéries pathogènes etc.), existant dans l'eau ainsi que leur origine.

Notre travail est structuré en quatre chapitres interdépendants :

- Le premier chapitre consiste en une synthèse bibliographique avec des généralités sur l'eau, l'origine et les déférents types de pollution affectant cette dernière.
- Le deuxième chapitre s'intéresse à la description de la zone d'étude.
- Le troisième présente une description du site de travail et matériel et méthodes.
- Et le quatrième chapitre est consacré à l'interprétation et à la discussion des résultats.

Chapitre I

Généralités sur l'eau

1. Généralités sur l'eau

Si la terre est appelée la planète bleue, ce n'est pas un hasard, elle est recouverte à 71% d'eau, ce qui est connu comme un composé chimique simple, liquide à une température ambiante, elle est devenue gazeuse à 100°C (212°F) et solide en dessous de 0°C (32°F). Comme tous les composés ont des formules chimiques, l'eau a aussi sa propre formule est H₂O c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène. Elle est sans odeur sans couleur et sans goût donc elle est considérée comme une substance ordinaire (**Tridi, 2020**).

L'eau douce malgré son importance il est disponible à une forme rare il représente que 1% du total des mers et des océans.

La masse restante (99%) soit salée (97% de l'eau est contenue dans les océans), soit à l'état solide (2% dans les calottes glaciaires et les glaciers). La majeure partie de l'eau restante (1%) est souterraine, une petite proportion étant présente dans les lacs, l'humidité du sol, les cours d'eau (**Belhadj, 2017**).

1.1. L'importance de l'eau

L'eau est un élément indispensable à la vie et au fonctionnement globale de la planète, car elle couvre 70 à 80 % de la surface totale de la planète : près de 98% d'eau salée impropre à la consommation, moins de 1% de l'eau est potable et utilisable, majoritairement enfermée dans les neiges et polaires (**Lassoude et al., 2008**).

L'eau est un élément essentiel de la vie humaine. Elle entre dans la composition du corps humain et dans les composants de la plupart des aliments. Utilisé dans l'alimentation humaine et animale, l'industrie, l'agriculture et d'autres secteurs, il joue également un rôle important dans la transmission des maladies d'origine hydrique par les agents pathogènes qu'il transporte lors de sa consommation. (**Guerd et al., 2007**).

1.2. Cycle de l'eau

L'eau est un élément de base dans notre vie, représentant une réserve totale de 1350 milliards de km³ dans la biosphère.

Ce volume est stable depuis trois milliards d'années : l'eau suit à jamais un cycle de renouvellement, qui peut se synthétiser ainsi, à l'échelle terrestre.

-La principale source d'eau douce provient de l'évaporation de l'océan (sous l'action du soleil), plus l'évaporation des rivières et des lacs, et l'évaporation des plantes ;

- Cette vapeur d'eau se condense dans l'atmosphère et tombe sous forme de précipitations (pluie ou neige) dont une partie atteint les cours d'eau :

- Directement par le ruissellement
- Soit indirectement par infiltration, stockée dans les aquifères puis restituée aux cours d'eau suite aux crues (**Figure 1**) (**Genin et al., 2003**).

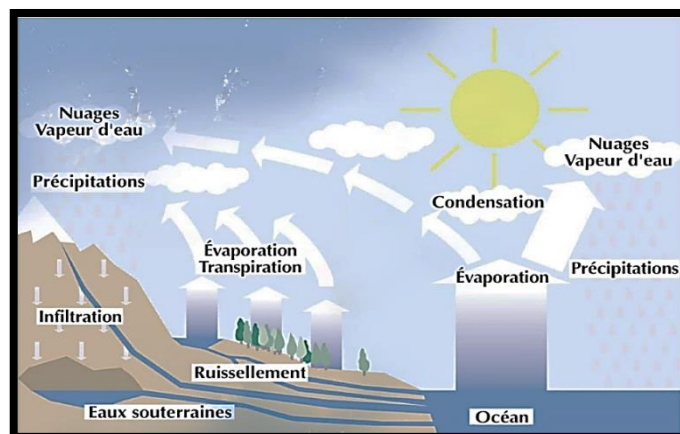


Figure 1 : Cycle de l'eau dans la nature [1].

Quel que soit le milieu aquatique considéré, il est important de noter que l'eau n'est là que lorsqu'elle provient de compartiments « en amont » et éloignée d'autres écosystèmes « en aval ».

1.3. Les ressources hydriques naturelles

1.3.1. Les eaux de pluie

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour la consommation humaine. Elles sont très douces par la présence d'oxygène et d'azote et l'absence des sels dissous, comme les sels de magnésium et de calcium. Dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être souillées par des poussières atmosphériques. La distribution des pluies dans le temps ainsi que les difficultés de captage font que peu de municipalités utilisent cette source d'eau (**kahoul, 2017**).

1.3.2. Les eaux de surface

Ce type d'eau comprend toutes les eaux qui circulent ou sont stockées sur les surfaces continentales soit dans des réserves naturelles (lacs, étangs), soit artificielles (barrages... etc.) Leur composition chimique dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux. Les déchets rejetés et l'importante surface de contact avec le milieu extérieur joue un rôle important dans le développement de la vie microbienne dans ces eaux (**Salghi, 2005**).

Elle peut transporter des microorganismes et des polluants chimiques (Festy *et al.*, 2003). À cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement. Il faut qu'elles soient correctement filtrées, désinfectées et surveillées (Khettaf, 2018).

1.3.3. Les eaux souterraines

Ce sont les eaux qui ne sont ni ré évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement s'infiltrant dans le sol et dans le sous-sol et s'y accumulées (Boeglin, 2006).

Les eaux souterraines représentent 60% des eaux continentales, leur écoulement est estimé à 12000 milliards de m³/an, soit 30% du débit des fleuves. Leur renouvellement total est de 5000 ans en moyenne et de 300 ans pour les nappes superficiellement les plus vives (Roux, 1990).

Elles représentent une part importante du cycle de l'eau et participent de ce fait aux équilibres naturels. Elles constituent également une formidable ressource renouvelable, exploitée pour l'approvisionnement en eau potable, l'usage industriel ou agricole (Ben saoula *et al.*, 2007).

1.4. Les principales différences entre les eaux souterraines et les eaux de surface

Les eaux de surface sont plus chargées de matières en suspension que les eaux souterraines, ainsi que de matières colloïdales, plancton animal et végétal. Les eaux souterraines sont souvent considérées comme des eaux naturellement pures ce qui est une erreur, car souvent elles contiennent du fer, manganèse, ammoniacque et matières organiques sans parler de la teneur excessive en fluor et nitrates (Tableau 1) (Kettaf, 1992).

Tableau 1: Comparaison entre les eaux de surface et les eaux souterraines (Bourrier, 2011).

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variable suivant les saisons	Relativement constante
Turbidité, MES	Variable, parfois élevée	Faible ou nulle
Couleur	Liée surtout aux MES (argiles, algues)	Liée surtout aux matières en solution (acide humique par exemple)
Fe et Mn divalent (à l'état dissous)	Généralement absents sauf En profondeur des pièces d'eau en état d'eutrophisation.	Généralement présents Sensiblement
Minéralisation globale	Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets.	Constante en général nettement plus élevée que dans les eaux de

		surface de la même région
CO₂ agressif	Généralement absent	Souvent présent en grande quantité.
Oxygène dissous	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans le cas d'eaux très polluées.	Absent dans la plupart du temps.
H₂S	Généralement absent.	Souvent présent
NH₄	Présent seulement dans les eaux polluées.	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
Nitrates	Peu abondant en général	Teneur parfois élevée.
Micropolluants minéraux et organiques	Présents dans les eaux de pays développés mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	Généralement absents, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps.
Eléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogénies), virus, plancton.	Ferro bactéries fréquentes

2. 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**).

2.1. La pollution des eaux d'Oued Seybouse

La pollution industrielle est liée principalement aux rejets industrielle non traités et notamment les rejets des zones industrielle de Bouchegouf et El Hadjar, dont les volumes ne sont pas connus avec précision.

Des échantillons de 86 unités industrielles dans la région à montrer que 8 unités traitent leurs eaux industrielles (**Stiti, 2017**).

Une caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone d'El Hadjar Annaba a montré une forte concentration des matières en suspension variant entre 30-598 mg/L (Norme

30 mg/L) et une forte charge DBO₅ et DCO de 390 mg/L dépassant largement les normes algériennes de rejets (**Mouchara, 2009**).

2.2. Origine de pollution

2.2.1. Phénomènes naturels

Certains phénomènes naturels peuvent être à l'origine de la pollution de l'eau, ces phénomènes naturels sont associés aux éruptions volcaniques (sulfures, acides, poussières), des épanchements sous-marins, d'hydrocarbures, le contact avec les filons ou gisements d'éléments toxiques (mercure, arsenic, éléments radioactives), la présence d'une source thermo minérale (**Genin et al., 2003**).

2.2.2. La pollution domestique

Les rejets directs des eaux usées «domestique» dans le milieu naturel perturbent l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie (**Chelle et al., 2005**).

Elle est caractérisée par:

- La présence des germes fécaux.
- Des sels minéraux (azote, potassium et phosphore).
- Les détergents.
- Des forts teneurs en matière organique (**Faurie et al., 1998**).

2.2.3. La pollution urbaine

En milieu urbain, les sources de pollution sont facilement identifiables et sont principalement les eaux pluviales, les résidus de dépollution domestique et les résidus manipulés par les gestionnaires de déchets. Ses caractéristiques uniques sont :

- Une teneur importante de matières minérale en suspension (sable, gravier, poussière) ;
- La présence de nombreux détritiques solide ;
- Des fortes concentrations en toxiques et hydrocarbures provenant essentielles de lessivage des parkings, résidus d'échappement des véhicules, résidus de corrosion des équipements métalliques (**Benchabane, 2015**).

2.2.4. Pollution d'origine agricole

La pollution liée à l'agriculture est causée par l'utilisation anarchique d'engrais, de Pesticides et d'herbicides ou de fongicides. Les méthodes modernes exigent parfois des labourages profonds et violents, ce qui favorise l'infiltration directe des polluants (NO_3 , NO_2 , SO_4 , PO_4 et Cl) vers la nappe phréatique (**Boucherit, 2016**).

L'agriculture, l'élevage et l'aviculture sont des activités qui entraînent le rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques. Ces polluants atteignent les cours d'eau par le ruissellement de surface ou l'écoulement des eaux souterraines (**Bouras, 2013**).

2.2.5. Pollution industrielle

Un grand nombre d'opérations industrielles et manufacturières diverses rejettent des agents polluants directement ou indirectement dans les sources d'eau environnantes (**Kan, 2002**).

Ces polluants sont caractérisés par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau dans le processus de refroidissement, lavage, extraction, mise en solution...etc., et l'activité des usines (chimie de traitement de surface, agroalimentaire...etc.).

On peut retrouver dans l'eau qui est un bon solvant, tous les sous-produits possibles d'activité humaine:

- Matière organique et graisse (industrie agro-alimentaire, abattoir).
- Hydrocarbures (raffineries).
- Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimique et pharmaceutique).
- Eau chaude des centrales thermiques.
- Métiers radioactifs (centrales nucléaires, centre de recherche hôpitaux).
- Métaux lourds (traitement de la surface, métallurgie) (**Herbert, 2000**).

Elles peuvent avoir un effet toxique sur les organismes vivants et nuire le pouvoir d'autoépuration de l'eau ou causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, substances radioactives) (**Herbert, 2000**).

2.3. Modes de pollution

2.3.1. Pollution physique

Pollution physique lorsque le milieu aquatique est modifié dans sa structure physique (une couleur ou un trouble données). Elle peut être thermique, radioactive ou due au transport de matières en suspension) (**Debabza, 2005**).

2.3.1.1. Pollution thermique

Les rejets d'eau chaude en particulier par les centrales électronucléaires peuvent provoquer une élévation anormale de la température, ce qui provoque des effets écologiques sur la vie aquatique (développement des micro-organismes comme les algues, et disparition d'autres espèces sensibles à la température) (**Castany, 1982**).

2.3.1.2. Polluants radioactifs

Les déchets radioactifs demeurent le polluant physique le plus dangereux, les centrales nucléaires ne dégagent que des quantités limitées de déchets, mais le risque d'accidents subsiste et les problèmes radioactifs, les déchets restent toxiques pendant des périodes allant de quelques siècles à plusieurs millions d'année (**Castany, 1982**).

2.3.1.3. Les matières en suspension

Les matières en suspension sont des particules fines d'origine minérale ou organique biodégradables ou non qui contribuent à la turbidité de l'eau (**Lugub, 1999**). Elles proviennent des rejets de toutes natures ainsi que les phénomènes d'érosion des sols en milieux ruraux. Les matières en suspension diminuent les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la ré-aération de l'eau. Elles donnent par ailleurs aux cours d'eau un aspect sale et trouble et peuvent gêner ou détruire la vie aquatique (**Gérard, 2003**).

2.3.2. Pollution chimique

Les polluants chimiques sont nombreux et d'origines diverses : déchets industriels minéraux et organiques. Ils peuvent être dégradables (substances dont la nature est modifiée ou la quantité réduite par des phénomènes biologiques, chimiques ou physiques) ou non dégradables (ne sont pas modifiés par les processus biologiques qui se déroulent dans les eaux naturelles) (**Kneese, 1967**). Ce sont les engrais agricoles, les pesticides, les composés organochlorés, les hydrocarbures, les détergents. Certains éléments toxiques (plomb, arsenic, mercure...) dits bio-accumulables, peuvent, à travers la chaîne alimentaire depuis le plancton,

atteindre l'Homme, et provoquent des altérations graves de certains organes (Belli *et al.*, 2021).

La détérioration temporaire des masses d'eau n'est pas considérée comme une infraction si elle résulte de circonstances dues à des causes naturelles ou à des circonstances dues à des accidents qui n'auraient raisonnablement pas pu être prévus (Marchand *et al.*, 2004).

2.3.3. 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 (Tableau 2) (Haslay, 1993).

Aujourd'hui grâce à une meilleure connaissance des mécanismes de contaminations et la mise en service de stations d'épuration assurant le nettoyage des eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel, ces épidémies sont très peu répandues. Mais cela n'est pas le cas des pays moins développés où elle provoque encore des morts innombrables (Kane, 2015).

Tableau 2: Concentration de quelques micro-organismes dans les eaux usées urbaines (Haslay, 1993).

Microorganismes	Concentrations
<i>Escherichia coli</i>	2.10 ⁸ germes /litre 10 ⁸ -10 ⁹ germes /litre 10 ⁷ germes /litre
<i>Streptococcus faecalis</i>	10 ⁷ germes /litre 10 ⁷ -10 ⁸ germes /litre 10 ⁷ germes /litre
<i>Salmonella</i> (1700 types sérologiques)	250 germes /litre 200 à 16.10 ⁴ germes /litre

	20 à $10 \cdot 10^4$ germes/litre
<i>Mycobacterium</i> (au moins 80 sérotypes)	10^5 à 10^6 germes /litre $1,5 \cdot 10^6$ germes /litre
<i>Entérovirus</i> (plus de 100 stéréotypes)	38 à 466 NPPUC/litre 80 à 2000 NPPUC/litre 15 à 160 U.F.P/litre
<i>Giardia lamblia</i> (kystes) <i>Helminthes</i> (œufs) <i>Bactériophages</i>	$8 \cdot 10^4$ germes /litre 30 germes /litre $3 \cdot 10^3$ à 10^6 germes /litre

NPPUC : nombre le plus probable d'unités cytopathogènes, UFP : unités formant plages.

2.4. Les effets de la pollution sur les eaux de surface

Les problèmes de pollution de l'eau concernant la qualité des milieux naturels comme la santé et la bien-être de l'écosystème. Ils peuvent provoquer à court ou à long terme des conséquences graves pour la santé et l'environnement [4].

2.4.1. Une diminution de la teneur en oxygène dissous

Les matières organiques peuvent devenir un élément perturbateur quand leur quantité est présente en quantité trop importante, parmi les substances qui entraînent une importante consommation d'oxygène, notons en particulier les sous-produits rejetés par l'industrie laitières, le sang rejeté par l'industrie de la viande, les déchets contenus dans les eaux usées et domestiques [5].

Cette diminution d'oxygène dissous peut provoquer dans certains cas des mortalités importantes des poissons.

2.4.2. La présence des produits toxiques

Ces substances provoquent des effets qui peuvent être de deux formes :

- Effet immédiat conduisant à un effet toxique brutal et donc à la mort rapide de différents organismes.
- Effet diffère par accumulation au cours du temps des substances chez certains organismes [6].

2.4.3. Une prolifération d'algues

Bien que la présence d'algues dans les milieux aquatiques soit bénéfiques pour la production d'oxygène dissous, celles-ci peuvent proliférer de manière importante et devenir extrêmement gênant en démarrant le processus d'eutrophisation (**Adamou et al., 2012**).

2.4.4. Une modification physique du milieu récepteur

Le milieu peut être perturbé par des apports aux effets divers :

- Augmentation de la turbidité de l'eau (ex : lavage de matériaux de sablière ou de carrière).
- Modification de la salinité (ex : eaux d'exhaure des mines de sel).
- Augmentation de la température (ex : eau de refroidissement des centrales) (**Adamou, et al., 2012**).

2.4.5. La Présence de bactéries ou virus pathogènes

Les foyers domestiques, les hôpitaux, l'élevage et certaines industries agroalimentaires rejettent des germes susceptibles de présenter un danger pour la santé [6].

2.5. Traitements

Le cycle de traitement des eaux de surface se décompose en plusieurs étapes :

- Le captage
- Le traitement
- Le stockage et l'assainissement.

2.5.1. Le captage

Le captage de l'eau de surface se fait par l'utilisation d'une pompe ou par la mise en place d'un réservoir de barrage. Une fois l'eau récupérée, elle est acheminée à l'usine de traitement, Par la suite, plusieurs étapes de traitement de l'eau viennent se mettre en place [7].

2.5.2. Le traitement

2.5.2.1. Le traitement conventionnel

❖ Le dégrillage

C'est un système de filtration qui récupère les plus gros solides contenus dans ce dernier grâce à la grille à travers laquelle passent les eaux usées (**Gabert, 2018**). De ce fait,

il assure la protection des équipements mécaniques et réduit les risques de bouchage des canalisations (**Bertrand *et al.*, 2011**).

2.5.2.1.1. Clarification (coagulation/floculation)

La couleur et la turbidité des eaux de surface sont dues à la présence de particules de très petit diamètre : les colloïdes. Leur élimination ne peut reposer sur un simple réglage. La coagulation et la floculation sont des processus qui éliminent les colloïdes (**Raymond, 1997**).

La coagulation est un Processus comportant, en premier lieu, la déstabilisation d'une suspension colloïdale, et, en second lieu, l'agrégation des particules en petits amas, ou flocons, sous agitation et sous l'action du mouvement (**Assaad, 2006**). Il s'agit aussi de neutraliser leurs charges électrostatiques de répulsion pour permettre leur rencontre.

La floculation rend compte de leur agglomération en agrégats éliminés par décantation et/ou filtration (**Cardot, 2013**).

2.5.2.1.2. Flottation

Les éléments insolubles séparables physiquement sont les matières flottantes (graisses, hydrocarbures aliphatiques, huiles organiques...) et les matières en suspension (MES) (sable, oxydes, pigments.), la flottation (ou aéro-flotation) est un procédé de triage d'un mélange de corps finement broyés, utilisant les différences de tension superficielle et de densité, par fixation de bulles de gaz sur les agrégats solides (**Grégorio *et al.*, 2007**).

2.5.2.1.3. Filtration sur sable

La plus courante est la filtration sur lit de sable une couche de sable qui retient les particules et laisse passer l'eau filtrée. Le filtre peut jouer un double rôle selon les conditions de fonctionnement : d'une part, il retient les matières en suspension par filtration, et d'autre part, il constitue un support bactérien qui permet un traitement biologique, c'est-à-dire consommer des matières organiques et de l'ammoniac, ou du fer et le manganèse, produit par la croissance de la bactérie sur le sable. Les filtres à sable nécessitent un nettoyage régulier pour éliminer les matériaux piégés entre les particules qui peuvent ralentir le passage de l'eau. La filtration sur lits de sable est efficace, simple et peu coûteuse du fait de la grande quantité d'eau à filtrer (**Elaggoune, 2016**).

2.5.2.1.4. Adsorption sur charbon actif

Plusieurs techniques de traitement de ces risques chimiques ont été développées. Parmi ces méthodes, l'adsorption sur charbon actif est une méthode efficace, qui est également largement utilisée dans le domaine du traitement de l'eau ainsi que dans les industries alimentaires et pharmaceutiques. Le charbon actif est composé de matériaux carbonés, parmi lesquels la coque de noix de coco est largement utilisée en raison de sa grande surface spécifique (Atheba, 2009).

2.5.2.1.5. Désinfection

La désinfection représente un procédé indispensable dans le traitement des eaux sans danger pour la santé des consommateurs (Achour, 2017).

C'est un traitement qui détruit ou élimine les micro-organismes qui peuvent transmettre des maladies, ce traitement n'inclut pas nécessairement la stérilisation. Elle peut être désinfectée en ajoutant à l'eau une certaine quantité de produits chimiques aux propriétés germicides. Les produits chimiques les plus utilisés sont : le chlore, le dioxyde de chlore, l'ozone, le brome... Etc.

Le désinfectant il doit être :

- Soluble et homogène dans l'eau ;
- Ne pas être toxique pour les humains ou les animaux ;
- Être toxique, à des faibles concentrations, pour les microorganismes ;
- Éliminer les odeurs ;
- Être facile à manipuler et ne faire courir aucun danger aux opérateurs (Raymond, 1997).

2.5.2.2. Le traitement avancé

❖ L'ultrafiltration

C'est un procédé membranaire pour le traitement de l'eau (Roulet, 1986). L'**ultrafiltration** utilise des membranes microporeuses dont les diamètres de pores sont compris entre 1 et 100 nm. De telles membranes laissent passer les petites molécules (eau, sels) et arrêtent les molécules de masse molaire élevée (polymères, protéines, colloïdes, Pour cette raison, cette technique est utilisée pour l'élimination de Macrosolutés présents dans les effluents. Elle retient les solides en suspension et les solutions de molécules de

grosses tailles, tandis que l'eau et les molécules de petites tailles plus faibles passent à travers la membrane (**Kadjouh, 2011**).

2.5.3. Le stockage et assainissement

Les prélèvements sont réalisés par des laboratoires agréés. Une fois l'eau traitée, il s'agit de la stocker. En général, l'eau est stockée dans des réservoirs ou dans des châteaux d'eau. Par la suite, l'eau est acheminée vers les habitations via les canalisations, appelées aussi « réseau de distribution » [7].

Chapitre II

Description du site d'étude

1. Situation géographique de la wilaya de Guelma

La wilaya de Guelma est située au nord-est de l'Algérie, à environ 60 kilomètres de la mer Méditerranée. Couvre une superficie de 3686,84 Km² (Aouissi *et al.*, 2014).

Il s'étend de 39° à 40° de latitude nord et de 5° à 6° de longitude est. Stratégiquement situé, il est donc le point de rencontre entre les centres industriels du nord (Annaba et Skikda), les centres commerciaux du sud (Oum El Bouaghi et Tébessa) et le territoire tunisien proche de l'est (Saadi, 2018).

Elle est limitée par :

- ✓ la wilaya d'Annaba au Nord, Avec son port et aéroport, ainsi qu'une base industrielle— aussi importante, distante à quelques 60 Km.
- ✓ El Tarf au Nord Est, Wilaya agricole et touristique port de pêche, frontalière— à la Tunisie.
- ✓ La Wilaya de Oum-El-Bouaghi, au Sud : Porte des hauts plateaux, est à 120 Km (Abboudi *et al.*, 2021).
- ✓ Constantine à l'Ouest : Son aéroport, ses potentialités de capital de l'Est du— pays est à une 100 de Km.
- ✓ La Wilaya de Souk-Ahras, à l'Est : Région frontalière à la Tunisie, est à 70 Km (Abboudi *et al.*, 2021).
- ✓ Skikda au Nord-Ouest, Avec son port et sa base pétrochimique, est à moins— de 80 Km (Figure 2) (Aissaoui *et al.*, 2017).

2. Description d'Oued Seybouse

L'Oued Seybouse draine l'un des principaux bassins versants d'une superficie totale d'environ 6471 km² orientale de l'Afrique du Nord. Avec une longueur de 240 Km, il couvre 68 communes dans sept wilayas : Annaba, El Tarf, Skikda, Constantine, Oum El Bouaghi, Guelma et Souk Ahras (Figure 3) (Kirati, 2006).

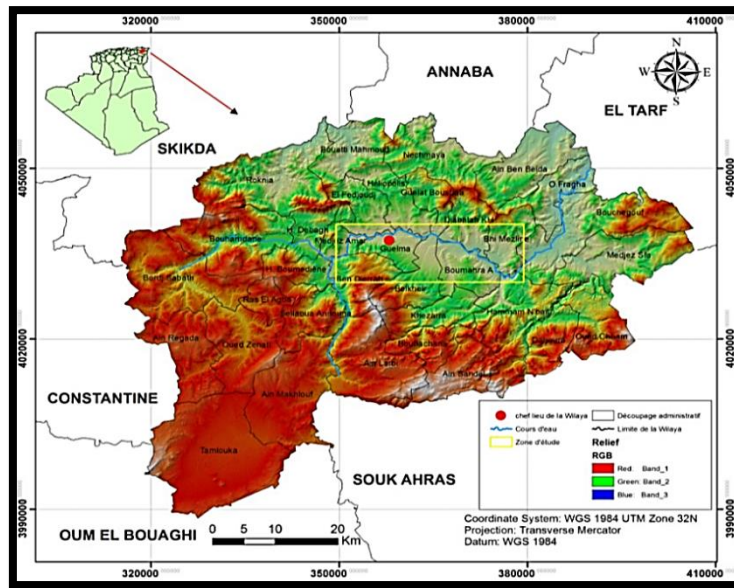


Figure 2 : Description géographique de la wilaya de Guelma (Aissaoui *et al.*, 2017).

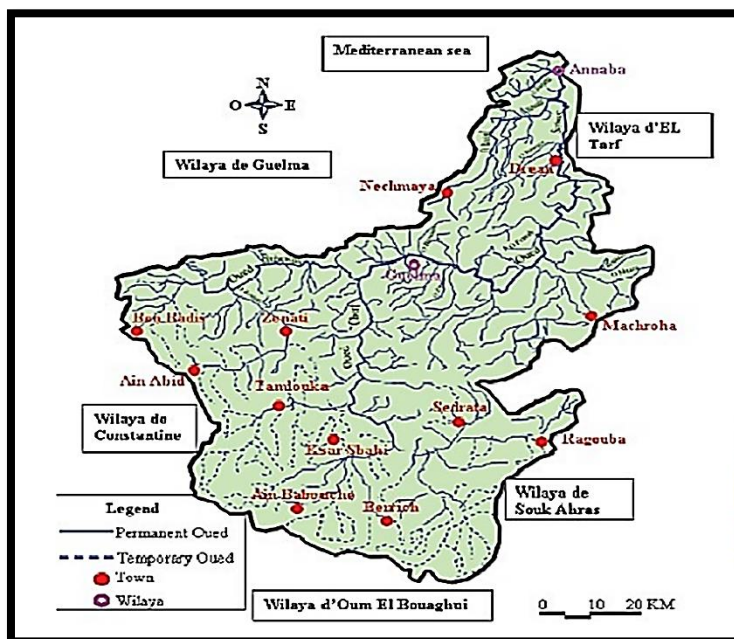


Figure 3 : Limites géographiques du bassin versant de la Seybouse [3].

L'Oued Seybouse prend naissance de la commune de Medjez Ammar wilaya de Guelma ($36^{\circ}26.587''N$, $007^{\circ}18.740''E$), à l'ouest de la ville de Guelma et coule sur 134,74 km avant de se déverser dans la mer Méditerranée, près de la commune de Sidi Salem, wilaya d'Annaba ($36^{\circ}51.689''N$, $007^{\circ}46.066''E$) (Tableau 3) (Reggam *et al.*, 2015).

Il est subdivisé en six sous bassins :

Tableau 3: Répartition des sous-bassins de la Seybouse (A.B.H. 1999).

Sous bassin (code)	Superficie (Km ²)	Nom	Longueur (Km)
14-01	1739	Oued Cherf amont	25
14-02	1193	Oued Cherf aval	32
14-03	1108	Oued Bouhamdane	32
14-04	817	Oued Seybouse (moyenne Seybouse)	50
14-05	552	Oued Seybouse	36
14-06	1066	Oued Mellah	65
Total	6475	Oued Seybouse (Seybouse Maritime)	240

Au niveau du bassin versant de la Seybouse, le territoire est ainsi divisé en Trois terrasses physiographiques bien distinctes :

- La Haute-Seybouse, qui comprend les Sous-Bassins appelés 14-01 et 14-02 et 14-03.
- La Moyenne- Seybouse, qui couvre le Sous Bassins : 14-04.
- La Basse-Seybouse, qui comprend les Sous-Bassins appelés 14-05 et 14-06 (**Figure 4**).

3. Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique du bassin de la Seybouse possède un régime hydrologique de type pluvial, fortement dominé par la précipitation sur l'ensemble de l'année avec un chevelu hydrologique de plus de 3000 km. Quarante-deux oueds ont une longueur supérieure à 10 km, dont deux : le Cherf (88,61 km) et le Bouhamdane (160 km), qui serpente vers le Nord en parcourant la basse plaine de Annaba, souvent inondée au moment des crues, avant se jeter dans la baie d'Annaba par l'estuaire de Sidi Salem (**Figure 5**) (**Bouchlaghem, 2008**).

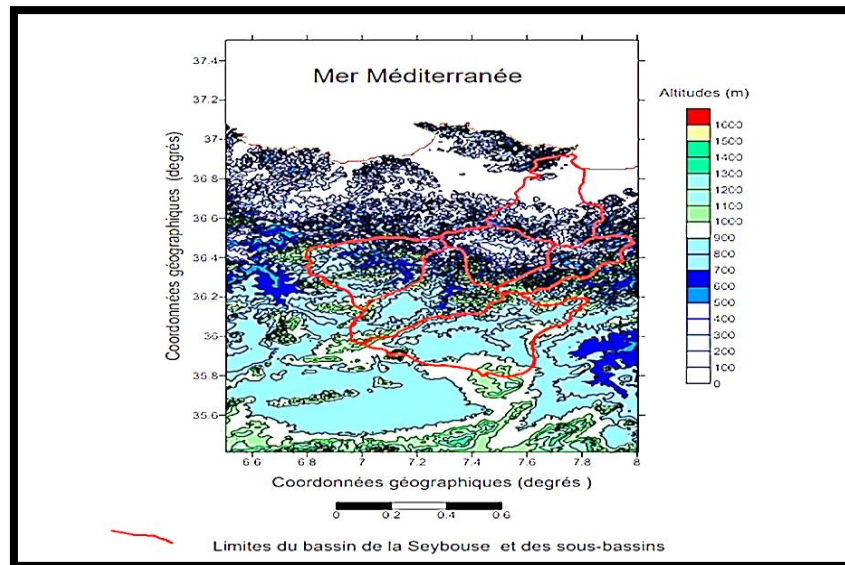


Figure 4: Le bassin versant de la Seybouse : Modèle numérique de terrain et limites de sous bassin [2].

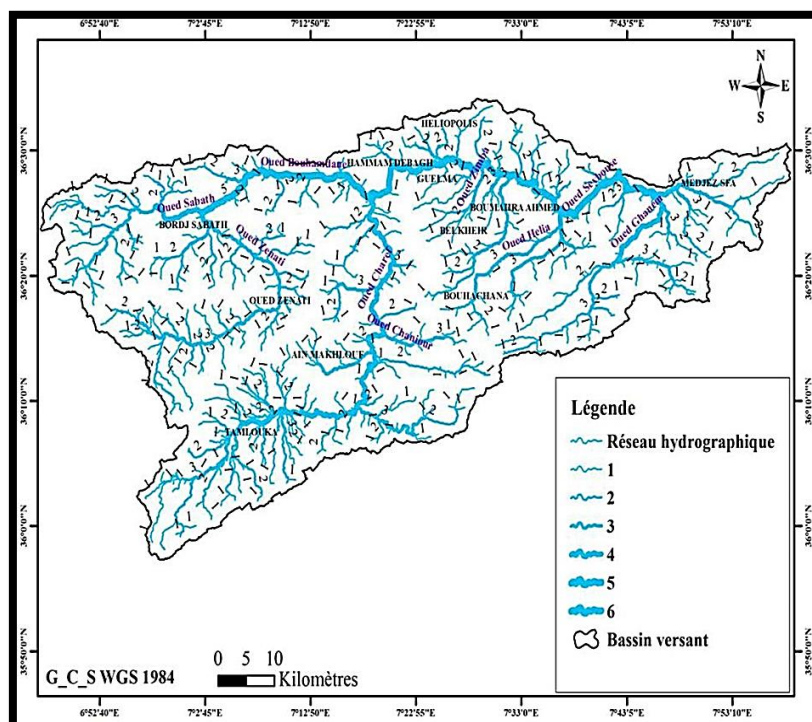


Figure 5: réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Seybouse (khadri, 2018).

4. Caractéristiques d'Oued Seybouse

Le bassin est caractérisé par un climat méditerranéen et semi-aride avec une pluviométrie moyenne qui varie entre 400 mm et 700 mm. Les précipitations peuvent atteindre 1.100 mm à

El Tarf et Annaba ; l'infiltration annuelle moyenne est d'environ 162mm, tandis que le ruissellement représente 79 mm/an.

Le Bassin de la Seybouse est subdivisé en 6 sous-bassins (Oued Cherf en amont -Oued Cherf en aval - Oued Bouhamdane - Oued Seybouse moyenne - Oued Mellah – Oued Seybouse maritime). Il est principalement alimenté par l'Oued Seybouse qui est le confluent des Oueds Cherf et Bouhamdane, avec un apport de 408 millions de m³/an à la station de Boudaroua, est aussi destiné à l'irrigation des périmètres de Kser Sebahi et Sedrata d'une superficie équipée de 3.517 ha, l'Oued Bouhamdane a un apport de 96 millions de m³/an à la station de Medjez Ammar II, l'Oued Cherf de 107 millions m³/an et l'Oued Mallah de 151 millions de m³/an à la station de Bouchegouf.

Le Bassin de la Seybouse dispose de deux grands barrages : celui de Hammam Debbagh sur l'Oued Bouhamdane situé dans la Wilaya de Guelma avec une capacité de 184 millions de m³ et un envasement de 530.000 m³/an (0,28 %) (**Chekirou et al., 2017**).

5. Etude climatique

Le climat est un facteur abiotique important dans l'étude du type et de la fonction de l'environnement naturel. Elle nous permet de déterminer les composants et les caractéristiques de ces derniers. L'étude des données climatiques est une opération essentielle de toute étude hydrogéologique, car elle contribue à la compréhension des mécanismes naturels d'approvisionnement et de circulation de l'eau. Les caractéristiques climatiques sont prises en considération afin de mieux prendre connaissance des conditions naturelles de la région d'étude (**Fustec, 2000**).

5.1. La température

La température est l'un des facteurs les plus importants dans l'étude climatique, car elle agit directement sur le phénomène d'évapotranspiration et par conséquent le déficit d'écoulement annuel et saisonnier. Elle dépend de l'obscurité, de l'altitude, de l'exposition, de la présence d'une grande masse d'eau (l'influence des mers et des lacs sur la régulation des températures), du sol...etc (**Reggam, 2015**).

L'évolution de la température atmosphérique au cours de l'année agit directement sur la température de l'eau superficielle et donc sur sa qualité (**Figure 6**) (**Belabed, 2010**).

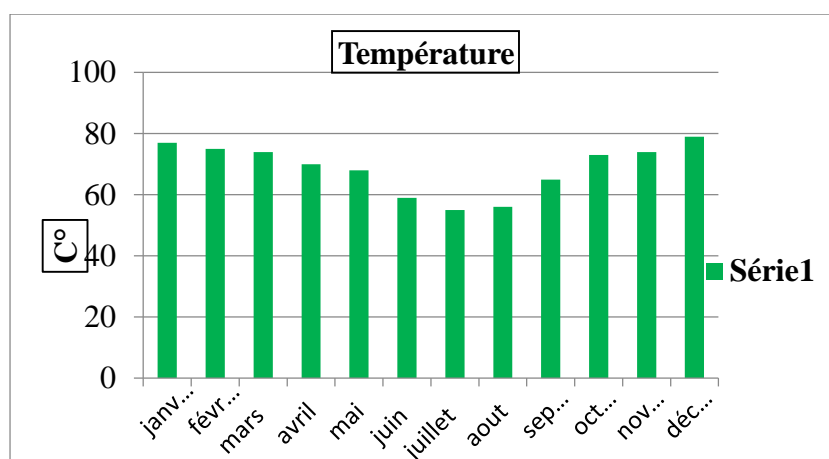


Figure 6: Température mensuelle en (C°) durant la période (2013-2017) (Station météorologique de Guelma, 2018).

Les moyennes mensuelles les plus élevées sont observées pendant la période d'été entre juin et octobre. Par contre les températures les plus basses sont observées pendant la période hivernale entre décembre et mars. Le suivi de l'évolution de la température nous donne une courbe en cloche ou les maximums sont observés en été et les minimums en hiver (Mahdjoub, 2017).

5.2. Précipitation

Le terme de précipitation désigne tout type d'eau qui tombe du ciel, sous forme liquide ou solide. Cela inclut la pluie, la neige, la grêle...etc(Bouras *et al.*, 2013). Les précipitations dépendent des températures qui règlent l'intensité de l'évaporation au niveau des surfaces marines (Ozenda, 1982).

Elles sont régulées par trois autres facteurs: la latitude, l'altitude et la longitude. Elles augmentent de l'ouest vers l'Est (Mahdjoub, 2017).

La pluie est un facteur climatique très important, qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement le régime des cours d'eau.

La zone d'étude soumise à un climat méditerranéen caractérisé par un hiver doux et humide et un été chaud et sec, elle fait partie des régions les plus tempérées et les plus arrosées de l'Algérie (Sayad, 2015) (Figure 7).

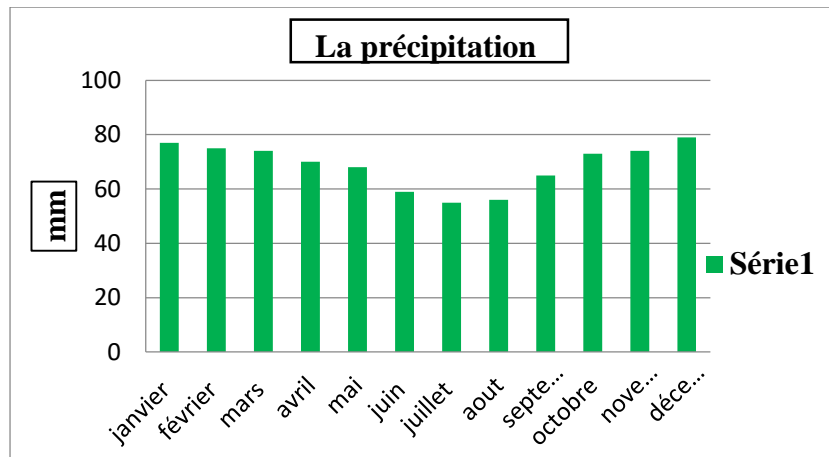


Figure 7: Variations de la précipitation durant la période (2013-2017)
(Station météorologique de Guelma, 2018).

5.3. Humidité relative

L'humidité relative est l'un des paramètres principaux du cycle hydrologique. Elle conditionne l'évaporation (**Mansouri, 2009**). Elle est élevée durant toute l'année et varie peu durant l'été. Cette humidité est dû d'une part, aux fortes évaporations des eaux des nombreuses zones humides dont jouit la région (Barrages, cours d'eau, affluents, retenues collinaires) et d'autre part, de la proximité de la région de la mer (**Satha, 2014**)

Les moyennes mensuelles de l'humidité relative varient de 76 % en hiver (au mois de janvier) à 56 % en été (au mois de juillet) (**Figure 8**).

L'humidité semble évoluer en sens inverse de la température et subir l'influence du vent. En effet, plus les températures sont élevées et plus les vents deviennent forts, plus les humidités relatives diminuent de façon marquée (**Gaussen, 1953**).

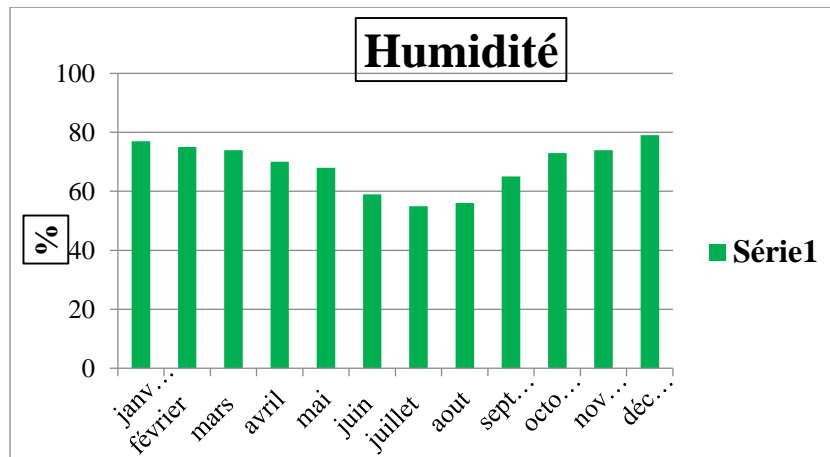


Figure 8: Evaluation mensuelle des humidités relatives de Guelma durant la période (2013-2017) (Station météorologique de Guelma, 2018).

Chapitre III

Matériel et Méthodes

1. Présentation du site d'étude

Afin de pouvoir faire un suivi régulier de la qualité physico-chimique et connaître l'origine de la pollution fécale de l'eau au niveau de l'amont d'Oued Seybouse, on a choisi deux sites de prélèvements le long de l'Oued (Figure 9,10) (Tableau 4). Dont le travail est réalisé sur une période de deux mois (Avril et Mai 2022).

- Premier site de prélèvement S₁ : Bouchegouf.
- Deuxième site de prélèvement S₂ : Héliopolis.

Tableau 4 : Présentation des sites de prélèvement.

Sites de prélèvement		Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Localisation
Site 1	Prélèvement 1	17/04/2022	07 :26	Bouchegouf N 36°54.102' E 007°45.381'
	Prélèvement 2	15/05/2022	07 :55	
Site 2	Prélèvement 1	17/04/2022	08 :52	Héliopolis N 36°28.927' E 007°26.687'
	Prélèvement 2	15/05/2022	09 :20	

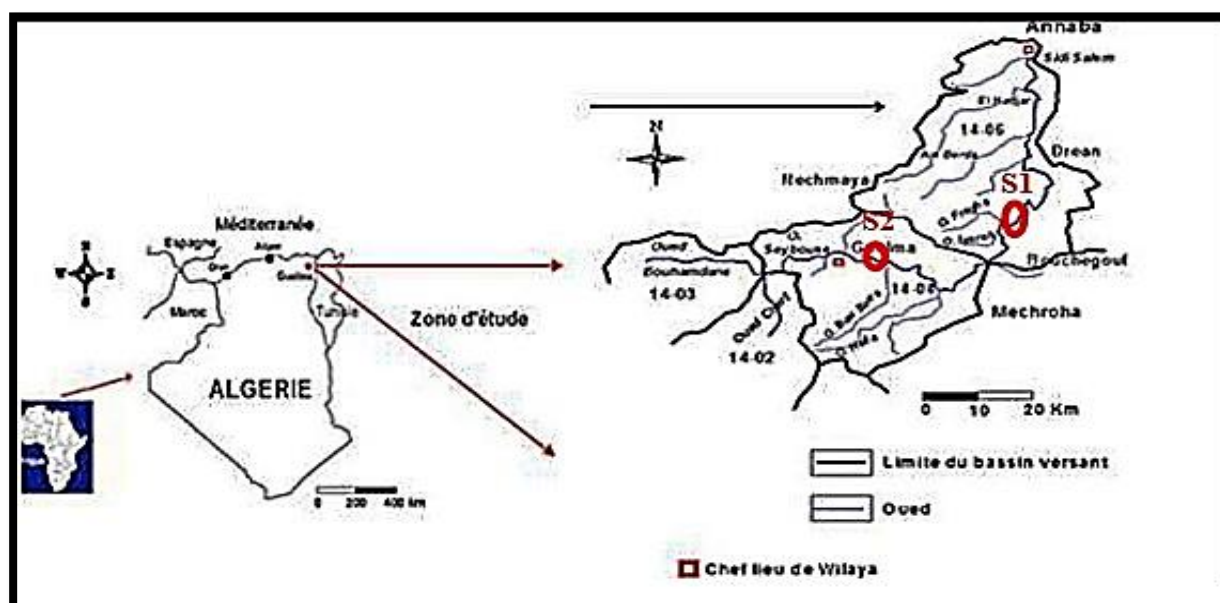


Figure 9 : La situation géographique des sites d'échantillonnage (Razkallah, 2019).



Site d'échantillonnage Bouchegouf (S1)



Site d'échantillonnage Héliopolis (S2)

Figure 10: Site d'échantillonnage d'oued Seybouse dans deux sites différents (**Prise par Ferdi, 2022**).

2. Matériels de prélèvement

Pour les paramètres microbiologiques on utilise des flacons en verre de 250 ml, de préférence borosilicatés (un verre à bas point de fusion composé d'un mélange de silice et d'oxyde borique). Bien stérilisé et bouché, avant l'usage ces flacons doivent être soigneusement lavés, puis rincés car il ne doit rester aucune trace d'un éventuel détergent ou antiseptique, le bouchon et le flacon sont alors enveloppés de papier aluminium et stérilisés à l'autoclave (120°C) durant 15 min (**Rodier, 2009**).

Lors que l'échantillon est prélevé à un bord d'une rivière, il n'est pas nécessaire de disposer d'appareils particuliers : le flacon peut être tenu directement par la main de l'opérateur (**Rodier, 2009**).

Les récipients utilisés pour les paramètres physico-chimiques sont des bouteilles d'eau en plastique d'un volume de 1,5 l, bien rincé lors de l'échantillonnage (**Rodier et al., 2009**).

3. Méthode de prélèvement

Les techniques de prélèvements sont variables en fonction du but recherché et de la nature des eaux. Pour l'eau de surface, les flacons stériles sont plongés à une distance qui varie de 25 à 30 cm de la surface, assez loin des bords, ainsi que des obstacles naturels.

Les flacons sont ouverts sous l'eau et sont remplis jusqu'au bord, ensuite le bouchon est également placé sous l'eau de telle façon qu'il n'y est aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport (Stiti, 2017).

4. Enregistrement et étiquetage des échantillons

Pour faciliter le travail et l'exploitation des résultats tout évitant les erreurs, il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement (**Figure 11**) avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détachables (**Rodier, 2009**).

Dans ces derniers, on doit noter avec précision : la date, l'heure, les conditions météorologique, un numéro et toutes circonstances anormales, pour éviter toute confusion (**Lightfoot, 2002**).



Figure 11: Etiquetage des échantillons (Prise par Meghazi, 2022).

5. Transport et conservation des échantillons

Pour éviter le risque de modification de la teneur initiale en germe dans le flacon il faut effectuer tous les analyses le plus rapidement possible, si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à (10°C) les prélèvements seront transportés dans des glacières contenant des poches de glaces pour assurer la viabilité microbienne (4°C).

Même dans ces conditions, l'analyse bactériologique doit débuter dans un délai maximal de 8 heures après le recueil de l'échantillon (**Rodier, 2009**).

6. Les analyses effectuées

6.1. Les analyses physicochimiques

Il y'a plusieurs réactions (chimique, physique et biologique) peuvent se produire au sein d'un échantillon destiné à l'analyse, modifiant sensiblement les concentrations de certains éléments donc et pour éviter ses modifications défavorables qui peuvent affecter la

fiabilité des résultats, nous devons faire des analyses sur place pour ces paramètres tels que : la température ; le potentiel d'hydrogène ; l'oxygène dissous et la conductivité électrique.

Ont été mesurés à l'aide d'une sonde multi paramètres de terrain (**Rodier, 2009**).

La mesure de la turbidité fut effectuée au laboratoire par la méthode instrumentale à l'aide d'un turbidimètre de type AQUALYTIC (AL450T-IR) et exprimée en UTN.

6.1.1. Température

La température est le paramètre le plus important dans les analyses de l'eau. Elle a une influence directe sur le comportement de différentes substances contenues dans l'eau et à une grande influence sur l'activité biologique. Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels (**Rodier, 2005**). La mesure a été effectuée sur le terrain à l'aide d'un multi-paramètre de type HANNA HI 9828 (**Figure 12**) et s'exprime en degré Celsius (°C).



Figure 12: Multi paramètre de type HANNA HI 9828 (Prise par Boutebba, 2022).

6.1.2. Le potentiel hydrogène

La mesure du potentiel hydrogène (pH) des eaux usées donne une indication sur l'alcalinité ou l'acidité de ces eaux. Il est important pour la croissance des micro-organismes qui ont généralement un pH optimal variant de 6,5 à 7,5. Des valeurs de pH inférieures à 5 ou supérieures à 8.5 affectent directement la viabilité et la croissance des micro-organismes (**Mara, 1980**). Le pH est donc l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toute opération de traitement (**Rodier, 2009**).

6.1.3. Conductivité

La conductivité qui varie en fonction de la température est étroitement liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature (**Rodier, 2009**). D'une manière générale, plus l'eau riche en sels minéraux ionisés, plus la conductivité est élevée.

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. D'une façon générale, la conductivité s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau (**Rodier et al., 2009**).

6.1.4. Turbidité

La turbidité est un des facteurs de la couleur de l'eau. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes. Elle est causée, par la présence de matière en suspension fine, comme l'argile, les limons, les grains de silice. Une faible part de la turbidité peut être due à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale, plus une eau est chargée en biomasse Phytoplanktonique ou en particules sédimentaires, plus elle est turbide, Elle est mesurée à l'aide d'un turbidimètre de type AL450T-IR (**figure13**) (**Rodier, 2005**).

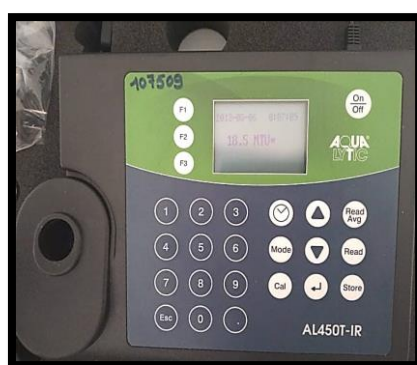


Figure 13: Turbidimètre de type AQUALYTIC (AL450T-IR) (Prise par Ferdi, 2022).

6.1.5. Salinité

La salinité est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans un litre d'eau. (**Rodier et al., 2009**). Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) et d'anion (ion chargés négativement) régulièrement disposés dans l'espace. Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre. Chaque solide ionique cristallin possède une formule statistique qui indique la nature et la proportion des ions présents sans en mentionner (**Gaujous, 1995**).

La salinité est un facteur écologique majeur, une salinisation du milieu entraîne une modification importante de la biocénose, sans qu'il s'agisse forcément d'un appauvrissement, donc d'une pollution. La présence de sel dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximum de densité). D'autres (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière significative. En fin, certaines sont essentiellement déterminées par la quantité de sel dans l'eau (conductivité, pression osmotique).

Le chlorure de sodium (NaCl) n'est qu'un de très nombreux sels composant l'eau. Pour la mesure de la salinité on utilise un multi-paramètre (**Hadji, 2020**).

6.1.6. Oxygène dissous

La présence d'oxygène dans l'eau résulte des échanges entre l'atmosphère et la surface de l'eau et de l'activité photosynthétique du phytoplancton (**Reggam, 2015**).

C'est un des paramètres particulièrement utiles pour l'eau et un excellent indicateur de sa qualité. Aussi l'un des paramètres les plus sensibles à la contamination. Sa valeur nous indique à quel point nos cours d'eau sont pollués, et donc dans quelle mesure ils s'auto-épurent (**Makhoukh et al., 2011**).

La teneur de l'eau en oxygène varie selon plusieurs facteurs :

- L'origine de l'eau (eau superficielle riche ou presque saturée et l'eau profonde contenant quelque mg/l).
- La température, la pression atmosphérique et la salinité.
- La présence au niveau des eaux : des végétaux, des microorganismes, des algues et des phytoplanctons (**Charchar, 2009**).

6.2. Les analyses bactériologiques.

Un examen bactériologique ne peut être valablement interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé, dans un récipient stérile selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes (**Rodier, 2009**).

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau, elle représente également un bon moyen pour contrôler l'efficacité des mesures de protection ou de traitement (**Rouaiguia, 2010**).

6.2.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies revivifiables à 22°C et 37 °C.

La recherche des micro-organismes aérobies non pathogènes dits "revivifiables" permet de dénombrer les bactéries se développant dans des conditions habituelles de culture et représentant la teneur moyenne en bactéries d'une ressource naturelle.

Ces germes n'ont pas d'effets directs sur la santé mais sous certaines conditions, ils peuvent générer des problèmes. Ce sont des indicateurs qui révèlent la présence possible d'une contamination bactériologique (**Reggam, 2014**).

❖ Principe

Il s'agit d'une technique de numération des microorganismes après incorporation de volumes déterminés d'échantillon ou de ces dilution dans milieu gélosé. (**Carbonnelle et al., 1988**).

La méthode de référence pour l'analyse consiste en un dénombrement du nombre des germes pour 1mL d'eau. La recherche et le dénombrement des germes revivifiables se réalisent à deux températures différentes afin de cibler à la fois les microorganismes à tendance psychrophiles soit à 22 °C et ceux mésophiles soit 37 °C (**Rejsek, 2002**).

- **Germes totaux à 22 °C** : ce sont les bactéries autochtones qui sont adaptées à la température de l'eau. Comptage des colonies obtenues après incubation à 22 °C durant 68 ± 4 h.
- **Germes totaux à 37 °C** : ce sont les bactéries potentiellement pathogènes car elles se développent à la température du corps humain, comptage des colonies obtenues après incubation à 37 °C durant 44 ± 4 h (**Carbonnelle et al., 1988**).

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 1ml en double dans deux boîtes de pétri vides, préparées et numérotées à cet usage comme l'indique le schéma (**figure 14**) Compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose TGEA (**Annexe 1**) (glucosée tryptonée à l'extrait de levure) fondue puis refroidie à 45 ± 2 °C.

Les dilutions décimales vont de 10^{-1} à 10^{-2} , en double dans des boîtes de Pétri.:

Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de (8) pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose, sur une surface friche et horizontale.

Après ensemencement les boîtes sont partagées en deux séries distinctes :

- La première série sera incubée à 22 ± 2 °C, pendant 68 ± 4 heures.
- La seconde série sera incubée à 36 ± 2 °C, pendant 44 ± 4 heures (Lebreset *et al.*, 2006).

❖ Lecture

Les colonies des micro-organismes revivifiables apparaissent en masse sous formes lenticulaire et bien distinctes. Retenir les boîtes contenant moins de 300 colonies. Il faut qu'une boîte renferme au moins 15 colonies.

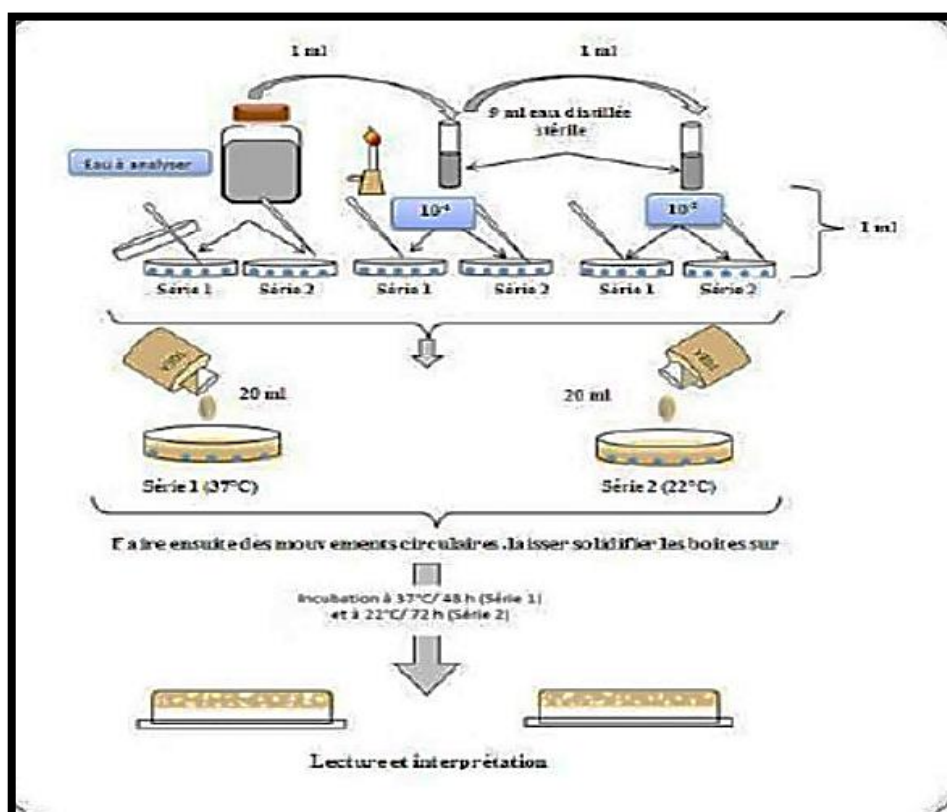


Figure 14: Protocole de recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables (Allouane, 2013).

6.2.2. Recherche et dénombrement des germes de contamination fécale

6.2.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux, fécaux avec identification d'*Escherichia coli* en milieu liquide (méthode de NPP)

La population microbienne qui se trouve dans l'eau peut avoir plusieurs origines ; soit elle est purement aquatique, terrestre (vient du sol, des végétaux au voisinage du cours d'eau), ou bien d'origine humaine ou animale (contamination fécale) (Abdellioui *et al.*, 2012).

Le terme de « coliforme » est regrouper un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae* (Rodier, 2005).

Ce sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, oxydase négatif, aérobies ou anaérobies facultatifs, ils fermentent le lactose avec production de gaz en 48 heures à une température de 35 à 37°C ($\pm 0,5^\circ\text{C}$) (Dellarras, 2003). Le dénombrement à 37°C est pour le dénombrement des coliformes « totaux », ils comprennent les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*.

Les coliformes fécaux ou thermo-tolérants ont les mêmes propriétés que les coliformes mais à 44°C. L'espèce la plus importante de ce groupe est *Escherichia coli* qui a la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à 42°C (Labers, 2008).

❖ Mode opératoire

La recherche et dénombrement des bactéries coliformes, thermo-tolérants et des *Escherichia coli* en milieu liquide ont été effectués par la méthode du NPP, se fait en deux étapes consécutives (Figure 15) :

- Le test présomptif : réservé à la recherche des coliformes totaux (CT).
- Le test confirmatif : réservé à la recherche des coliformes thermo-tolérants et d'*Escherichia coli* (Lebres, 2002).

❖ Test présomptif

Il est effectué en utilisant le bouillon Lactosé au Bromocrésol Pourpre (BCPL). Tous les tubes sont munis de cloche de Durham pour déceler le dégagement éventuel dans le milieu.

On travaille avec une série de 3 tubes :

-3 tubes de BCPL D/C+ cloche de Durham,ensemencé avec 10 ml de l'échantillon.

-3 tubes de BCPL S/C+ cloche de Durham,ensemencé avec 1 ml de l'échantillon.

-3 tubes de BCPL S/C+ cloche de Durham,ensemencé avec 0.1 ml de l'échantillon.

-Les tubes inoculés sont homogénéisés par agitation douce pour ne pas faire pénétrer d'air dans la cloche.

-L'incubation se fait dans une étuve à 37°C pendant 24 à 48 heures.

❖ Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

-Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).

-Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui signifie la fermentation du lactose présent dans le milieu).

❖ **Dénombrement**

Nous notons le nombre de tubes positifs dans chaque série, puis nous nous reportons à la table de Mac Grady pour déterminer le nombre de coliformes présents dans 1 ml ensuite dans 100 ml d'eau.

❖ **Test confirmatif**

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

❖ **Technique**

Repique chaque tube de BCPL trouvé positif avec une anse bouclée ou une pipette pasteur stérile dans le (ou les) milieu(x) de confirmation, on a utilisé : le milieu eau peptoné exemple d'indole comme milieu de confirmation.

L'incubation fait cette fois à 44°C pendant 24 heures.

❖ **Lecture**

Sont considérés comme positif les tubes présentant :

-Un trouble dans le tube du milieu peptoné exemple d'indole.

-Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes de réactif de KOVACS dans le tube de l'eau peptoné exemple d'indole.

- la lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Grady pour déterminer le NPP d'*Escherichia coli* pour 100 ml d'eau.

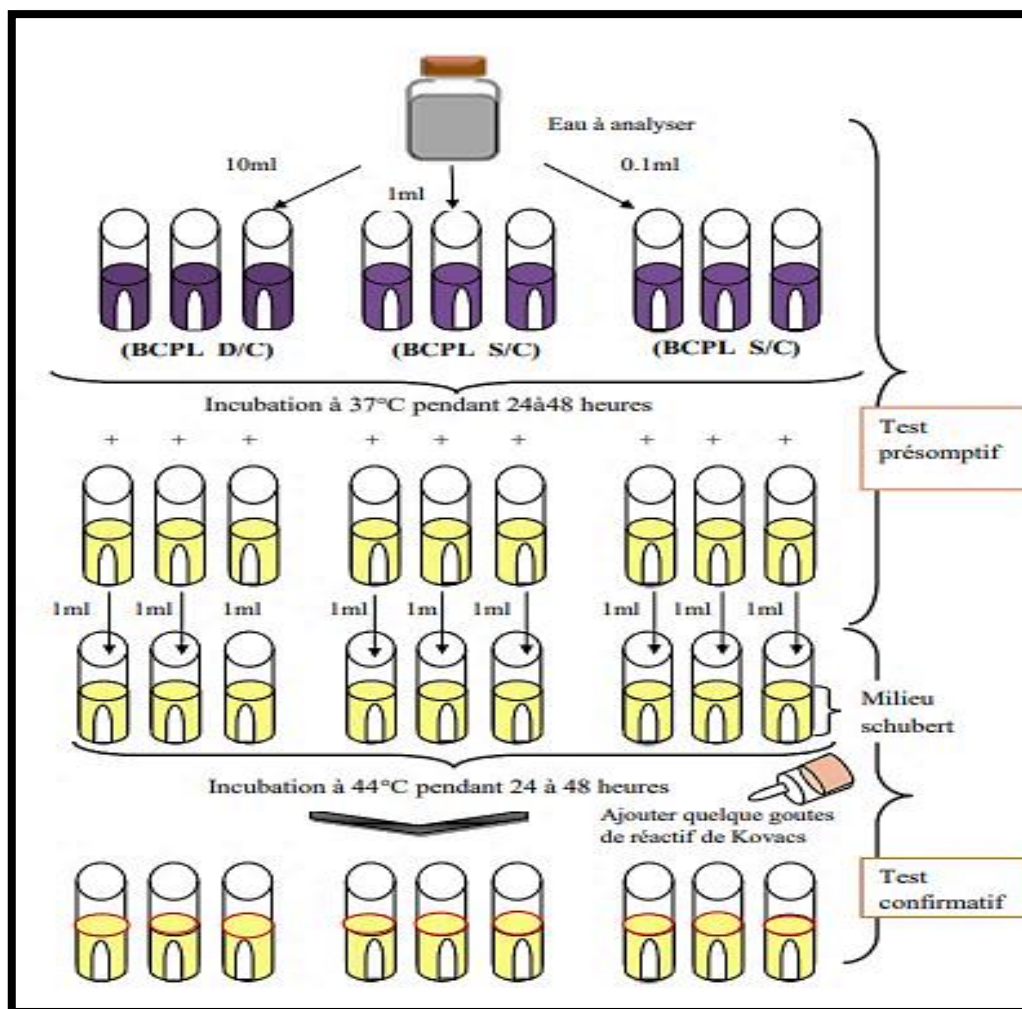


Figure 15: Protocole de recherche et dénombrement des coliformes totaux, fécaux et *E.coli* (Aib *et al.*, 2014).

6.2.2.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (*Enterococcus*)

Le terme de streptocoques fécaux désigne les streptocoques généralement présents dans les fèces de l'homme et des animaux. Ils se présentent sous forme de Cocci, Gram+, formant de chainettes, dépourvus de catalase, mais possédant la substance antigénique caractéristique du groupe « D » (Attab, 2001). Cultivant en anaérobiose à 44°C, et a pH 9.6 et capable d'hydrolyse l'esculine en présence de 40 % de bile (Rejsek, 2002).

Ce sont des germes très ubiquitaire, certains groupes sont rencontrés dans le sol, dans l'air, dans l'eau et on distingue deux genres : *Streptococcus* et *Enterococcus*

❖ Mode opératoire

La recherche et dénombrement des streptocoques fécaux en milieu liquide se fait par la méthode de NPP on 2 étapes consécutives (**Figure 16**) :

- Le test présomptif : Réservé à la recherche présomptive des streptocoques.
- Le test confirmatif : Réservé à la recherche confirmative des streptocoques fécaux.

❖ Test présomptif

La recherche se fait en bouillon Roth (bouillon à l'azide de sodium), on travaille avec une série de 3 tubes :

-3 tubes de Roth D/C,ensemencé avec 10 ml de l'échantillon.

-3 tubes de Roth S/C,ensemencé avec 1 ml de l'échantillon.

-3 tubes de Roth S/C,ensemencé avec 0.1 ml de l'échantillon.

-L'incubation des tubes ensemencés s'effectue dans l'étuve à 37°C pendant 24 à 48 heures.

❖ Lecture

Les tubes présentant un trouble microbien seront susceptibles de contenir des streptocoques fécaux, doivent subir un test de confirmatif.

❖ Test confirmatif

Le milieu Eva-Litsky qui renferme en plus de l'acide de sodium une faible concentration de cristal violet qui freine le développement des bactéries Gram positif.

Les tubes de Roth trouvés positifs dans le test de présomption feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans les tubes contenant le milieu Eva-Litsky.

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

❖ Lecture

Seront considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

-Un trouble microbien.

-Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

-La lecture finale s'effectue également selon la prescription de la table du NPP.

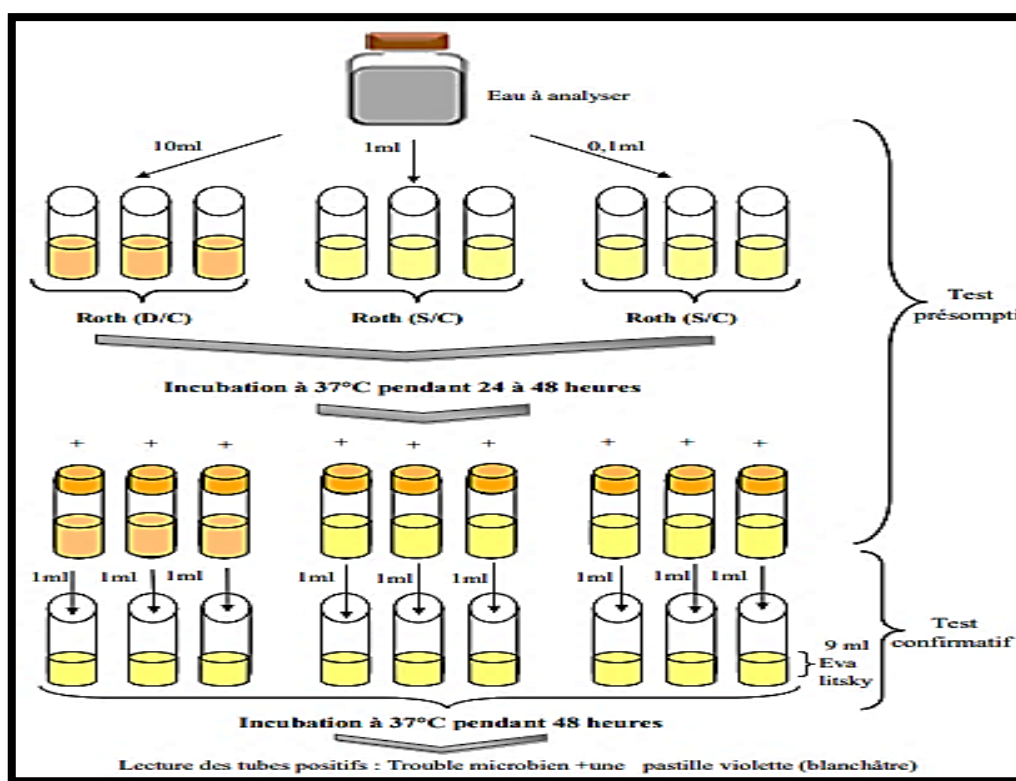


Figure 16 : Protocole de recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (Aib *et al.*, 2014).

6.2.3. Recherche et dénombrement des bactéries anaérobies Sulfito-réductrices (ASR)

Les bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) sont des bacilles Gram positifs, Anaérobies stricts, isolée ou en chaînette, mobile, elle a aussi la possibilité d'exister sous forme sporulée et par un équipement enzymatique réduisant plus ou moins activement les sulfites en sulfure (Herihajaniavo *et al.*, 2016). Les spores des ASR se développent en 24 à 72 heures sur une gélose Viande Foie (VF) en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure De fer) de couleur noire (Kane, 2015).

❖ Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser :

- prendre environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet.
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.

-Ajouter environ 15 ml de gélose Viande Foie, fondue, additionnée de 4 gouttes d'Alun de fer et d'1 ml de Sulfite de sodium, puis refroidie à $45\pm 1^\circ\text{C}$.

-Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant la formation des bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.

-Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à 37°C ,

Pendant 24 à 72 heures (**Figure 17**) (**Bengherbia et al., 2014**).

❖ Lecture

Considérer comme résultant d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réductrice toute colonie noire entourée d'un halo noir. Exprimer le résultat en nombre de spores par 100ml.

Il est indispensable de procéder à une lecture dès les 24 heures : en présence de nombreuses colonies, une diffusion des halos peut conduire à une coloration noire uniforme du tube et tout dénombrement devient impossible aux 48 heures. Par contre, s'il ya une faible quantité de colonies à la première lecture, et si les colonies sont petites, il peut y avoir un développement de nouvelles colonies dans les 24 heures suivantes (**Rodier, 2016**).

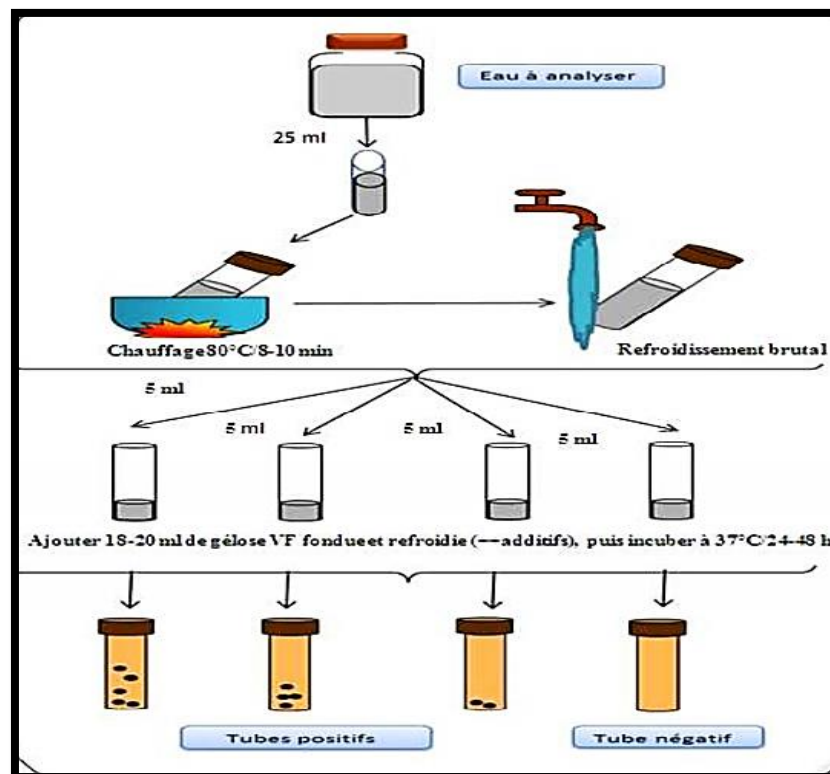


Figure 17: Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito réducteurs (ASR) (**Allouane, 2013**).

6.2.4. Recherche des germes pathogènes

6.2.4.1. Recherche de *salmonella*

❖ Mode opératoire

Jour 1 : Premier enrichissement

-Introduire 1ml de l'échantillon d'eau dans 10 ml de SFB incuber à 37°C pendant 24 h (**Ait Hamlet, 1998**).

Jour 2 : Deuxième enrichissement et isolement

Ce flacon fera l'objet :

- D'une part, d'un deuxième enrichissement sur milieu SFB en tubes à raison de 1 ml.
- D'autre part, d'un isolement.

Jour 3 : Lecture des boîtes et identification

- D'une part, le tube de Sélénite fera l'objet d'un isolement ;
- D'autre part, les boîtes des géloses Hektoen, SS et Mac Conkey subira une lecture (**Figure18**) (**Abdellioui et al., 2012**).

❖ Lecture et interprétation

Sur la gélose SS et Mac Conkey, les colonies sont incolores transparentes et incolores à centre noir (**Hounsounou et al., 2018**).

❖ Identification

A partir des colonies suspectes, réaliser l'identification biochimique après avoir vérifié le caractère oxydase négative et la coloration de Gram (bacilles Gram négatif) Par une galerie Classique (**Rejsek, 2002**).

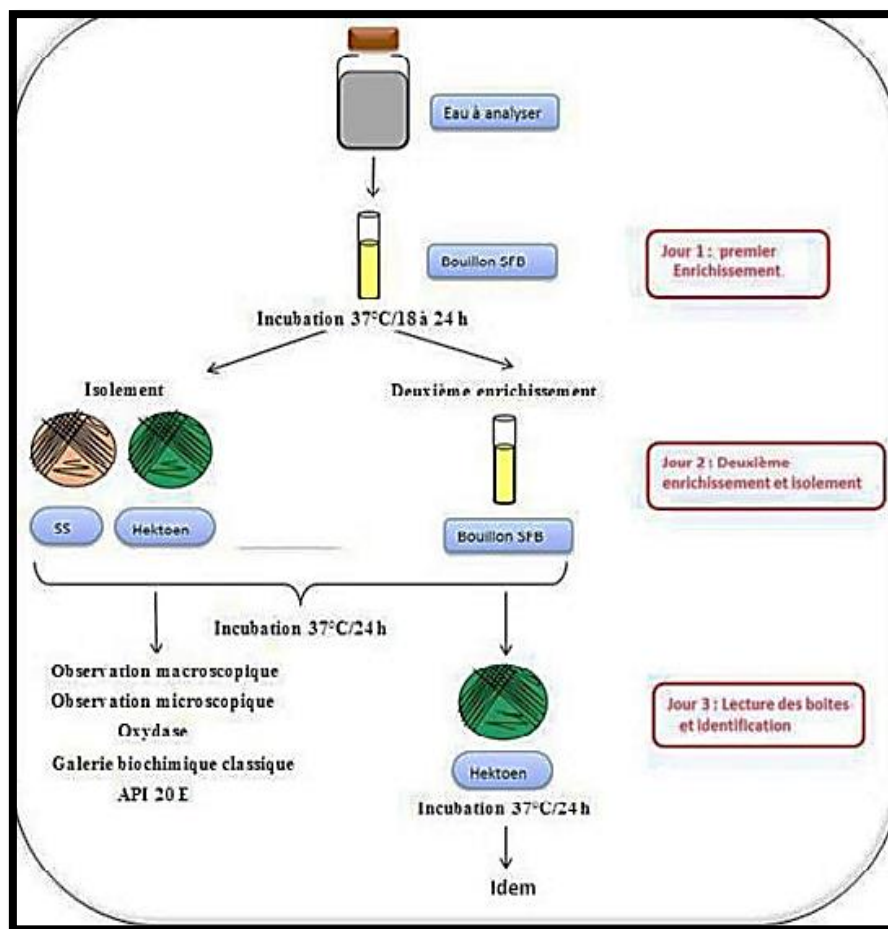


Figure 18: Protocole de Recherche des Salmonelles.

6.2.4.2. Recherche de *staphylococcus*

Les staphylocoques sont un genre de bactérie à Gram positif, famille des staphylococcaceae, ils se caractérisent par l'immobilité, la catalase et la coagulase positive, Ils se présentent isolées, en diplocoques, ou en amas réalisant l'aspect caractéristique d'une grappe de raisin, responsables d'une variété d'infections humaines (Alioua, 2015).

❖ Mode opératoire

On prépare les boîtes Pétri avec le milieu Chapman. A partir de la solution mère, on porte aseptiquement 0.1 ml (2 gouttes) dans les boîtes de Pétri et en ensemence à l'aide d'une pipette pasteur stérile, L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures (Figure19) (Fagrouch *et al.*, 2010).

❖ Lecture et interprétation

-Les bactéries mannitol négative sont incolores alors que les bactéries mannitol positive apparaissent entourées d'un halo jaune et les Staphylocoques pathogène possèdent très souvent ce caractère (**Rejsek, 2002**).

-Dans tous les cas, observer les colonies présomptives des staphylocoques recherchés et procéder à leur identification biochimique (**Delarras, 2014**).

❖ Identification

Les principaux caractères pour l'identification de *Staphylococcus* :

- La coloration de Gram
- Le test catalase
- Le test oxydase
- le test mannitol (**Freney et al., 2000**).

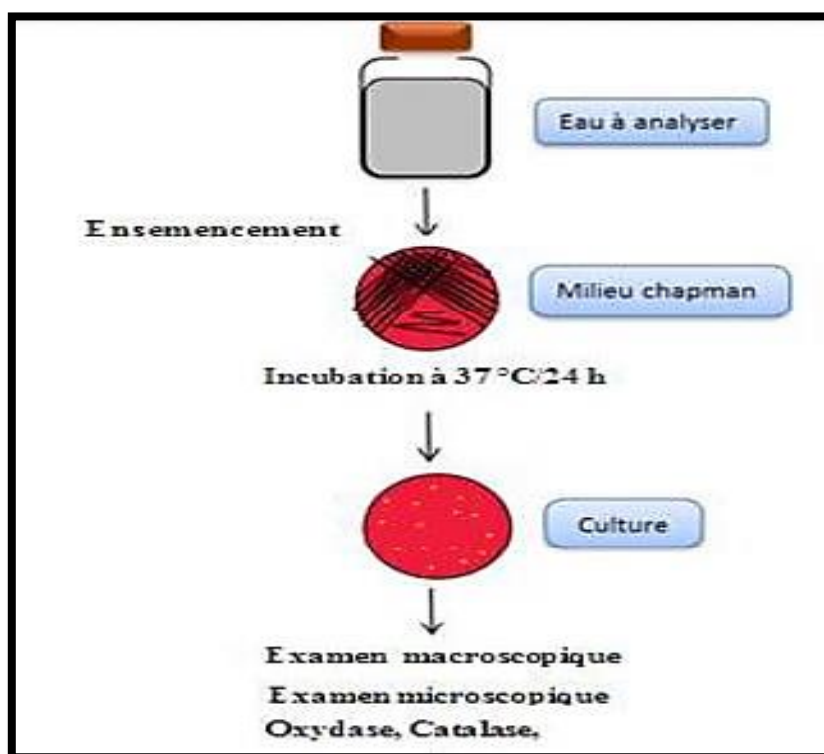


Figure 19: Recherche et identification des staphylocoques pathogènes (*S. aureus*)
(Allouane, 2013).

6.2.4.3. Recherche des Vibrios

Les *Vibrions* sont des bacilles à Gram négatif, droits ou incurvés, assez court, d'un diamètre compris entre 0,5 et 0,8µm et une longueur comprise entre 1,4 et 2,6µm très mobiles grâce à une ciliature polaire, le plus souvent mono-triche (**Oliver, 1997**).

Ils sont aéro-anaérobies facultatifs, et possédant une oxydase et fermentant le glucose sans production de gaz ni d'H₂S (**Pechère et al., 1982**).

❖ **Mode opératoire**

Jour 1 : Premier enrichissement

Le premier enrichissement s'effectue dans des tubes portés 10ml de milieu eau peptoné alcaline (EPA), ce dernier sera par la suite incubé à 37°C pendant 18 à 24 heures, comme l'indique le schéma (**Figure20**) (**Lebres, 2002**).

Jour 2 : Deuxième enrichissement et isolement

- D'une part, d'un deuxième enrichissement sur milieu EPA en tube à raison de 1ml ;
- D'autre part, d'un isolement sur gélose GNAB.

Dans les deux cas l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures (**Lebres, 2008**).

Jour 3 : Lecture des boîtes et identification

- D'une part, le tube d'EPA fera l'objet d'un isolement sur GNAB₂ ; qui sera incubé à son tour à 36±2°C pendant 24 heures ;
- D'autre part, les boîtes de gélose GNAB₁ subiront une lecture en tenant compte du fait que les *Vibrions* se présentent le plus souvent sous forme de grosses colonies lisses et transparentes caractéristiques (**Lebres, 2008**).

❖ **Identification morphologique**

Sur GNAB, les colonies sont rondes, plates, bords réguliers, surface lisse brillante, translucides sous forme de goutte de rasée (**Patrick et al., 2009**).

Une identification morphologique basée essentiellement sur :

- Etat frais et coloration de Gram ;
- Oxydase (+).

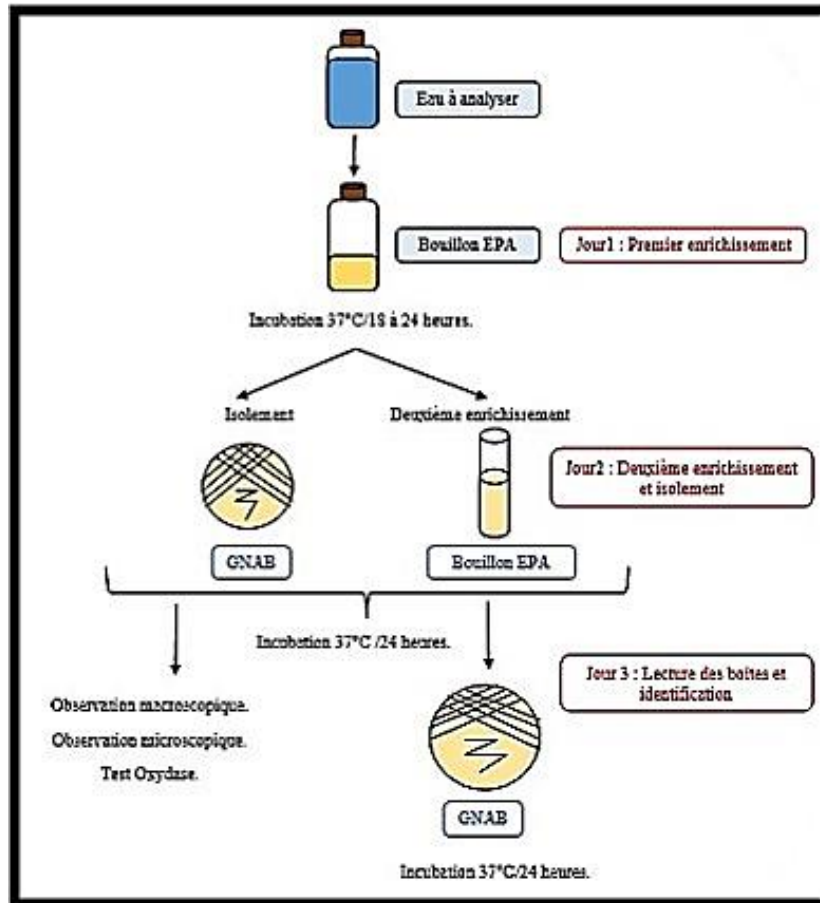


Figure 20: Protocole opératoire de recherche et d'identification des *Vibriion* dans l'eau (Razkallah *et al.*, 2013).

7. Identification des germes

7.1. Examen macroscopique des caractères cultureux

Les souches doivent être cultivées sur un milieu gélosé solide en boîte de Pétri, pour faire l'examen macroscopique.

Chaque espèce bactérienne développe une colonie de taille, de forme, de couleur et de consistance caractéristiques. L'aspect des colonies dépend du milieu, de la durée et la température d'incubation. La description des colonies doit mentionner plusieurs éléments :

- La taille : (des colonies petites, moyennes, grosses).
- La forme : bombée, plate, ombiliquée, à centre surélevé
- Le contour : à bords circulaires, irrégulières et parfois envahissantes, déchiquetées
- L'aspect de la surface : lisse, rugueux

- L'opacité : opaque, translucide, transparent
- La consistance : grasse, crémeuse, sèche, muqueuse
- Pigmentation (**Rouaiguia et al., 2010**).

7.2. Examens liée aux caractères biochimique et enzymatique

❖ Le test mannitol-mobilité

Le milieu Mannitol-Mobilité-Nitrate est utilisé pour l'identification présomptive des entérobactéries basée sur la fermentation du mannitol, la mobilité et sur la réduction des nitrates en nitrites.

❖ Principe

1. Ensemencer avec un fil de platine ou d'une pipette Pasteur, par piqûre centrale, jusqu'au fond du tube de gélose.
 2. Incuber 18 à 24 heures à 35-37°C.
 3. La fermentation du mannitol provoque un virage au jaune du milieu. Les bactéries mobiles envahissent tout le milieu à partir de la piqûre centrale.
- Virage de milieu en jaune dit que mannitol +.
 - Milieu rouge : mannitol-

❖ La catalase

La catalase est une enzyme produite en abondance par les bactéries ayant un métabolisme respiratoire qui détruit le peroxyde d'hydrogène et libère de l'oxygène.

Principe

La technique consiste à prélever une partie de la colonie et à l'émulsionner dans une goutte d'eau oxygénée. Le dégagement de gaz signifie catalase positive (**Bekada, 2019**).

❖ La galerie API 20 E

La galerie API commercialisée, est un système standardisé pour l'identification de bactéries ; elle est composée d'un nombre variable de micro tubes (10 ou 20 le plus souvent), contenant des substrats déshydratés qui permettent de réaliser des tests biochimiques (**Camille, 2007**).

A). Préparation de la galerie API

- Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir environ 5 ml d'eau dans les alvéoles avec pipette pour créer une atmosphère humide.
- Déposer la galerie dans la boîte d'incubation (**Guibert et al., 1981**).

B). Préparation de l'inoculum

- Ouvrir une ampoule de « Suspension Medium » ou introduire quelques ml d'eau distillée stérile (avec une pipette Pasteur) dans un tube à vis stérile.
- Avec la pipette Pasteur, prélever une seule colonie bien isolée sur milieu gélosé.
- Réaliser une suspension bactérienne en homogénéisant soigneusement les bactéries dans le milieu.

C). Inoculation de la galerie API 20 E

- Avec la suspension bactérienne et la pipette ayant servi au prélèvement, remplir les tubes et cupules des tests CTI – VP –GEL
- Remplir uniquement les tubes (et non les cupules) des autres tests.
- Créer une anaérobiose dans les tests ADH, LCD, ODC, URE, H₂S en remplissant leur cupule d'huile de paraffine.
- Refermer la boîte d'incubation et la placer dans l'étuve à 35 - 37° C pendant 18 à 24 heures
- Lecture et détermination : Elle se fait avec le tableau API 20 E. ou à l'aide du logiciel d'identification api web (**Figure 21**) (**Guibert et al., 1981 ; Boucheliga, 2020**).

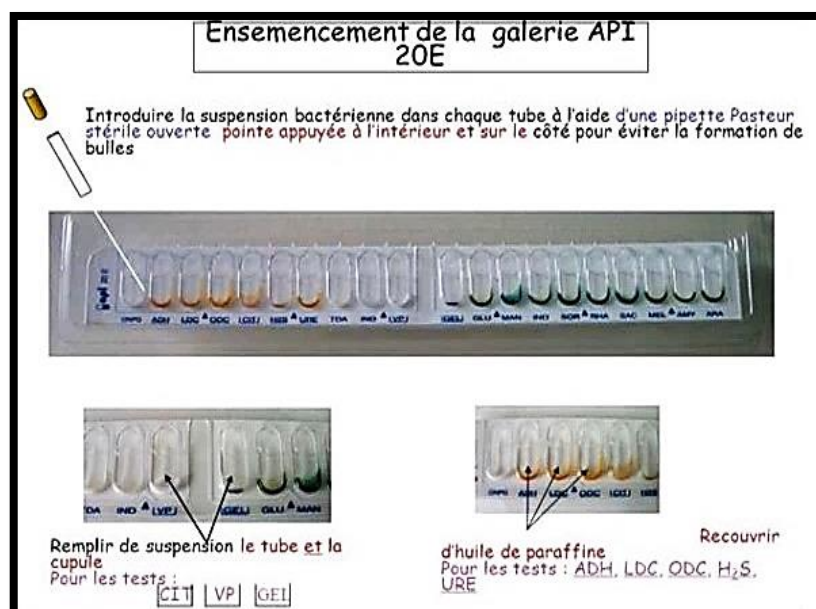


Figure 21: système API 20E (**Guibert et al., 1981 ; Boucheliga, 2020**).

❖ Recherche de l'oxydase

Le terme d'oxydase désigne une enzyme recherchée en bactériologie systématique. La présence d'oxydase serait liée à celle dans la chaîne respiratoire du complexe enzymatique IV : cytochrome-oxydase (**Carbannelle, 1998**). Ce test est à la base de l'identification des bactéries Gram (-) et permet de mettre en évidence une enzyme : la phénylène diamine oxydase des bactéries à partir de leur culture en milieu gélosé. Cette enzyme est capable d'oxyder un réactif : le N diméthyl-paraphénylène-diamine (**Abdellioui et al., 2012**).

La recherche de l'oxydase s'effectue avec des disques prêts à l'emploi du commerce (**Carbannelle, 1998**). Si la colonie prend une teinte violette. Le germe possède une oxydase, le test est positif. Si la colonie reste incolore, le germe ne possède pas d'oxygène, le tube négatif (**Delarras, 2014**).

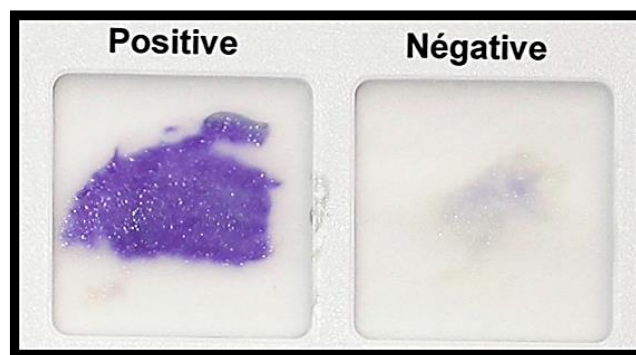


Figure 22: l'enzyme oxydase [10].

❖ Utilisation de TSI :(Triple Sugar Iron Agar)

Le but de ce test est de mettre en évidence cinq caractères :

- Fermentation du Glucose.
- Fermentation du lactose.
- Fermentation du Saccharose.
- Production de Gaz.
- Production d'hydrogène sulfureux (H_2S) (**Lebres, 2004**).

Ce milieu est reparti en tubes à essai sous forme semi inclinée avec un haut culot et une petite tranche.il estensemencé par piqure profonde du culot on fil droit et par ensemencement en stries de la trace. Après une période de 24H à 37°C la lecture du milieu est réalisé selon (**Tableau 8**) (**Annexe 2**).

7.3. Examen microscopique

❖ Coloration de Gram

L'examen microscopique après une coloration de Gram nécessite du départ une préparation d'un frottis, une colonie bien isolée d'une culture en milieu solide sera prélevée et mise en suspension dans une goutte d'eau distillée stérile. L'observation se fait par l'objectif X100. Cette coloration permet de différencier les bactéries selon deux critères : leur formes (bacille, Cocci, etc.) et leurs affinités pour les colorant en Gram positif et Gram négatif (**Figure 23**) Elle se déroule en plusieurs étapes qui se succèdent et consiste à :

- 1-Fixer de frottis.
- 2-Recouvrir le frottis de la solution de violet de gentiane, laisser agir 1 minute.
- 3-Rejeter le colorant, laver à l'eau.
- 4-Recouvrir la préparation de lugol, laisser agir 1 :30 minute.
- 5-Rejeter le lugol, laver à l'eau.
- 6-Décolorer à l'alcool 95° pendant 10 seconds.
- 7-Rincer à l'eau courante.
- 8-Recouvrir la lame de la solution de Fuchsine diluée. Laisser agir pendant 30 seconds.
- 9-Laver abondamment à l'eau, égouttée, Sécher entre deux feuilles de papier-buvard très propres (**Dégrément, 1998**).

❖ Lecture

Après ce traitement, les bactéries Gram positif sont bien colorées en violet, et les bactéries Gram négatif sont colorées en rose (**Carbonnelle et al., 1988**).

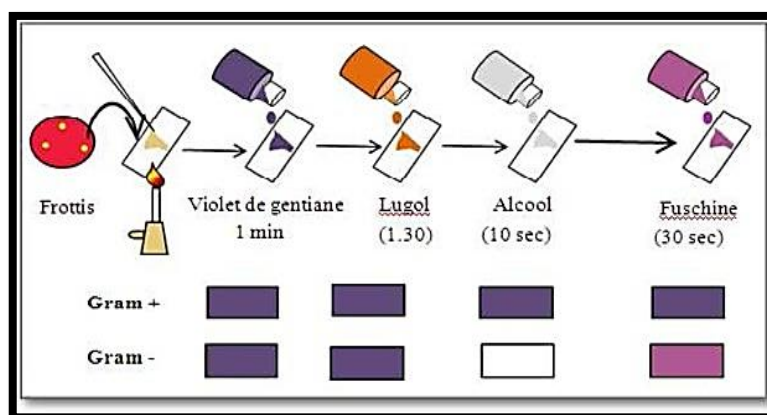


Figure 23: Procédure de la coloration de Gram (**Kane, 2015**).

Chapitre IV

Résultats et discussion

1. Les analyses physico-chimiques

1.1. La température

Les résultats montrent que la température maximale enregistrée est 23.6 °C au niveau du site 1 pendant le mois de Mai, le minimale est noté pour le site 2 avec une valeur de 17.4 °C pendant le mois d'Avril (**Figure 24**).

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

En matière de la température enregistrée durant la période d'étude les eaux d'Oued Seybouse sont de normale à bonne qualité et ceci selon la grille d'appréciation de la qualité des eaux en fonction de la température (**Chekirou, 2017**) (<20 °C= qualité normale, 20°C-22°C=qualité bonne). (**Tableau 9**) (**Annexes 3**).

1.2. Le potentiel hydrogène

En ce qui concerne le pH, la valeur maximale a été enregistrée au niveau du site2 pendant le mois de Mai tandis que la valeur minimale est mesurée au niveau du site1 pendant le mois d'Avril. Les valeurs fluctuantes entre 7,61 et 8,01 sont légèrement alcalins (**Tableau 10**) (**Annexes 4**).

Cette légère alcalinité des eaux des deux sites peut être rapportée essentiellement à la nature chimique des effluents rejetés dans les Oueds, la nature des terrains traversés et de ruissèlement qui alcalinisent de plus en plus ces eaux. Cette dernière favorise la croissance des microorganismes (**Figure 25**) (**Kane, 2015**).

1.3. La conductivité électrique

En période de crue (**Figure 26**), on constate que la valeur le plus forte a été enregistrée au niveau du site 1 (2669µs/cm) pendant le mois d'Avril, alors que la plus faible valeur de (1552 µs/cm) est enregistrée au niveau du site 2 pendant le mois de Mai, Cette augmentation due au lessivage des terres agricoles avoisinantes et l'absence de précipitation donc absence de dilution des sels minéraux de l'eau.

Donc l'eau est de qualité médiocre selon la grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité (**Tableau 11**) (**Annexes 5**), cette valeur obtenue est signée de pollution du cours d'eau.

Et on peut dire aussi que cette région est à vocation agricole (**Chekirou, 2017**).

1.4. La turbidité

Pendant le mois d'Avril on a marqué une valeur maximale 48.7 NTU dans le site 1. Cette augmentation due à l'écoulement de l'eau dans ce site, alors que la valeur minimale est de 18.5 NTU noté dans le site 2 pendant le mois de Mai (**Figure 27**).

Cette variation est causée par Les conditions météorologiques qui modifient la turbidité de l'eau, comme La température élevé et la pluviométrie, qui augmentent sa valeur (**Aberkane, 2011**).

Selon la grille de classification (**Tableau 12**) (**annexes 6**) l'eau est légèrement trouble.

1.5. La salinité

Dans la plupart des rivières, 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.

D'après la (**Figure 28**) on note une augmentation de la salinité on mois de Mai de valeur 1.39 mg/l ou la température est augmentée. Une baisse de teneurs au mois d'Avril de valeur de 0.79 mg/l ou la température est baisse. Ce qui provoque qu'une minéralisation continue de ces milieux.

Donc on observe que la salinité augmente dans les périodes d'évaporation et elle diminue dans les périodes pluviales.

1.6. L'oxygène dissous

Les résultats représentés dans la (**Figure29**) montrent qu'il y'a une variation de la concentration de l'oxygène dissous pendant la période d'étude au niveau de deux site qui varient entre une valeur maximale 5.87mg/l au niveau de site 1 pendant le mois de Mai, et une la valeur minimale 1.16mg/l au niveau de site 2 pendant le mois d'Avril.

Ces variations probablement liées aux échanges entre l'atmosphère et la Surface de l'eau, la température, salinité...etc. selon la grille de classification (**Tableau 13**) (**Annexe 7**) l'eau de notre étude est de qualité médiocre.

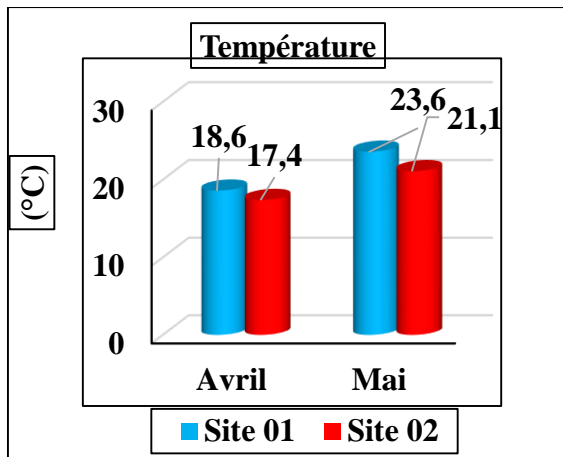


Figure 24: Variations de la température de l'eau.

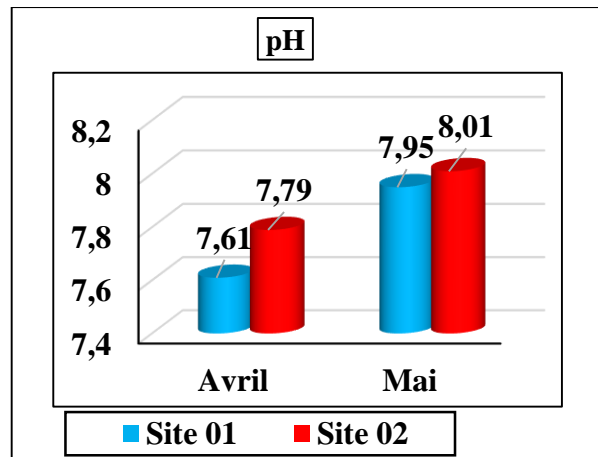


Figure 25: Variations du pH de l'eau

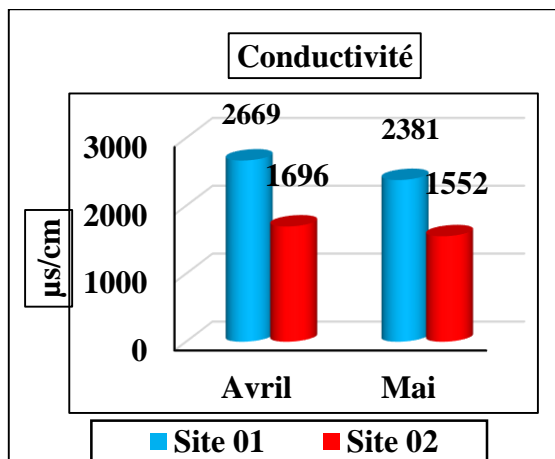


Figure 26: Variations de la conductivité électrique de l'eau.

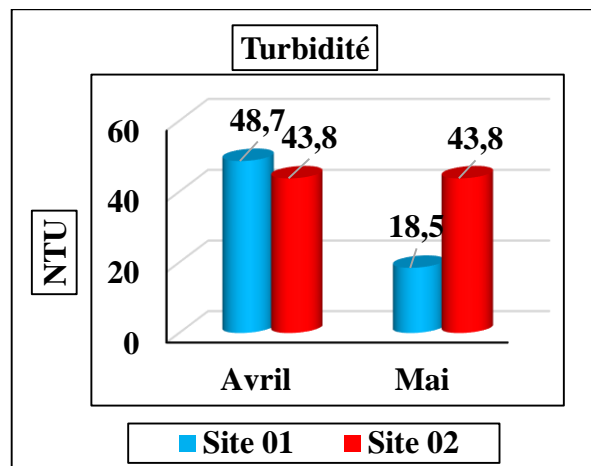


Figure 27: La variation de la turbidité de l'eau

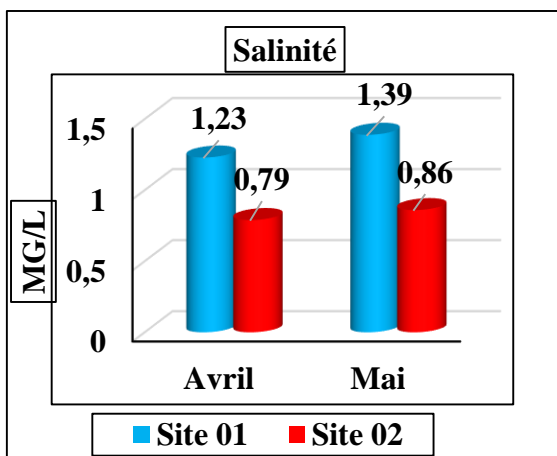


Figure 28: Variation de la salinité de l'eau d'Oued Seybouse.

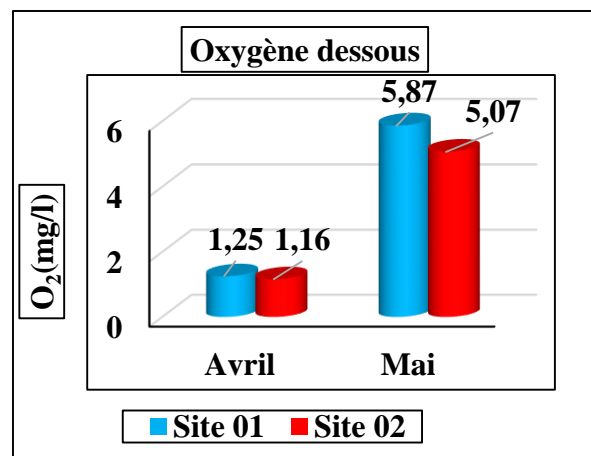


Figure 29 : Variation de l'oxygène dissous de l'eau.

3. Résultats des analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques ont été réalisés au laboratoire de microbiologie de l'Université 08 Mai 45 Guelma.

Nous avons effectué pendant notre travail un dénombrement et une recherche systématique des germes indicateurs de pollution qui sont :

Recherche et dénombrement des germes revivifiables

- Les coliformes totaux.
- Les coliformes fécaux (thermo-tolérant).
- Les streptocoques fécaux.
- Les bactéries Anaérobies sulfito-réducteurs (ASR).
- Certains germes pathogènes.

2.1. Résultats de la recherche et dénombrement des micro-organismes revivifiables

La recherche des microorganismes aérobie non pathogène dits « revivifiables » permet de dénombrer les bactéries se développant dans des conditions habituelles.

Nos résultats (**Figure 30**) ont montré que le nombre des germes totaux incubés à 22°C en mois de Mai est plus de 300 dans les deux sites 1 et 2, par rapport le mois d'Avril qui est avec un taux maximum de 160UFC/ml, et on a enregistré un taux minimum de 100UFC/ml au mois d'Avril dans le site 2.

Pour les germes incubés à 37°C, on 'a enregistré des taux plus au mois différents signalant que la valeur maximale atteint 289UFC/ml a été observée dans le site 2 durant le mois de Mai, tandis que la valeur minimale qui a été enregistré est de 32UFC/ml dans le site 1 durant le mois de Mai.

Selon ces résultats on peut dire que ces variations sont dues à des chutes de pluie, l'influence de la température sur la croissance de ces microorganismes et au fait que les sites sont exposés à diverses sources de contaminations qui diffèrent d'un endroit à l'autre (**Figure 31**).

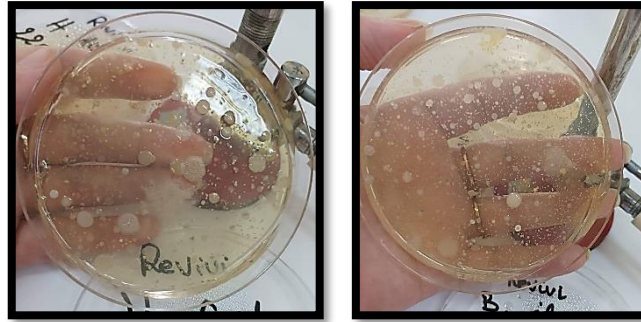


Figure 30: Photo présentant le résultat de la recherche des microorganismes revivifiables

(Prise par Ferdi, 2022).

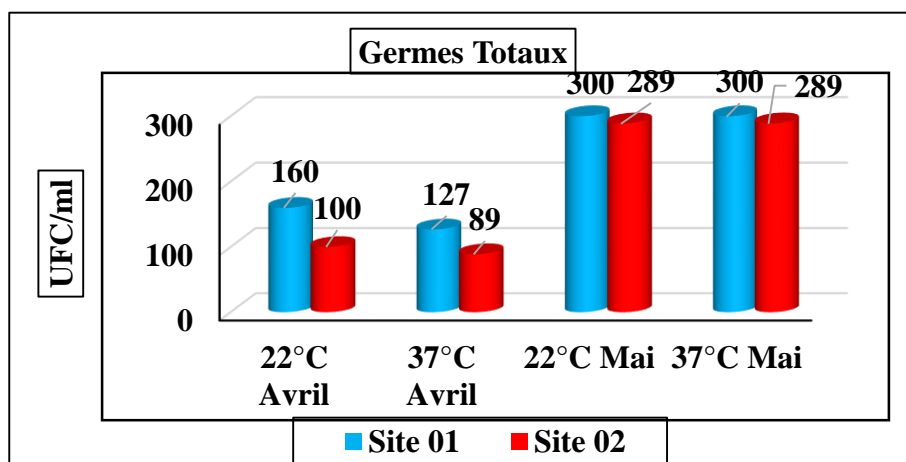


Figure 31: Variations du nombre des germes revivifiables à 22 et à 37 °C dans l'eau.

2.2. Recherche et dénombrement des germes de contamination fécale

2.2.1. Les coliformes totaux

Les coliformes totaux sont d'origine animale et humaine, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales (Chevalier, 2003).



Figure 32: Résultats de test présomptif de site 1 dans le mois de Mai (prise par Boutebba, 2022).

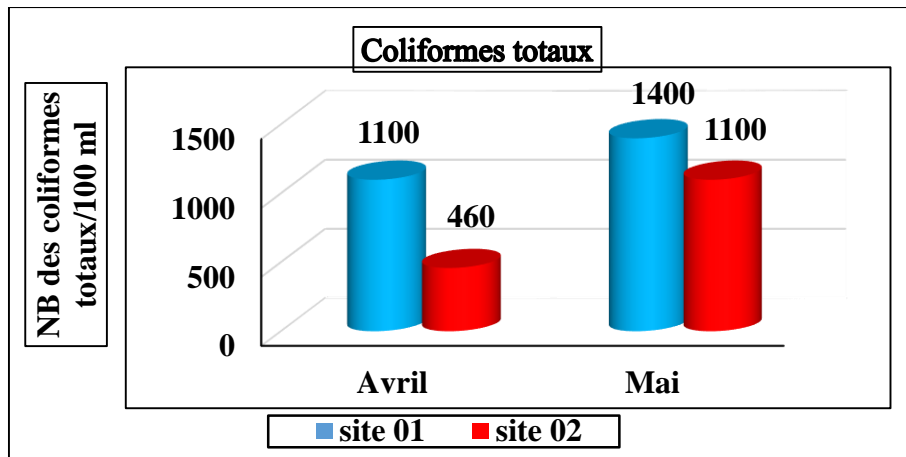


Figure 33: Evaluation du nombre des coliformes totaux/100 ml dans l'eau d'Oued Seybouse.

D'après le graphe de la (**Figure 33**) on marque la présence des coliformes totaux dans tous les sites de prélèvement (S1 et S2) ce qui indique la présence d'une contamination fécale.

Nous observons que la valeur maximale est de 1400 CT/100 ml dans le site 1 pendant le mois de Mai, tandis que la valeur minimale est enregistrée dans le site 2 de 460 CT/ 100 ml pendant le mois d'Avril

On peut traduire ce résultat par la présence de déjection animale (des oiseaux d'eau, des animaux domestiques) et des affluents de certains habitats situés surtout aux voisinages du site 1 (**Tableau 14**) (**Annexe 9**).

2.2.2. Les coliformes fécaux

Représenté essentiellement par *E. coli*, le type des coliformes d'habitats fécal exclusif.



Figure 34: Test confirmatif à 44°C confirme la présence d'*E. coli* (Prise par Boutebba, 2022).

Les résultats obtenus illustré dans la Figure ci-dessous montrent que des valeurs qui dépassent largement les normes qui exigent l'absence totale des coliformes fécaux dont les

Valeurs maximales sont enregistrées au niveau du site 1 en mois de Mai (1400 CT/ml) et la valeur la plus basse au niveau du site 2 (Héliopolis) de 240 CT/ml dans le mois d'Avril.

Ces Résultats confirment des contaminations d'origine fécales au niveau de ces stations, ces derniers dû que la température élevée enregistré durant la saison sèche qui joue comme d'un facteur favorisant la multiplication rapide des différentes bactéries en générales et de germes fécaux en particulier.

La présence des CF dans les eaux d'oued Seybouse indique une contamination récente en matière fécal, plus probablement d'origine humaine ou animale provienne essentiellement des à effluents d'élevage et/ou au pâturage des terres agricoles avoisinantes à la majorité des stations. Ainsi que aux rejets domestiques éliminer dans ce hydro-système (**Razkallah, 2019**).

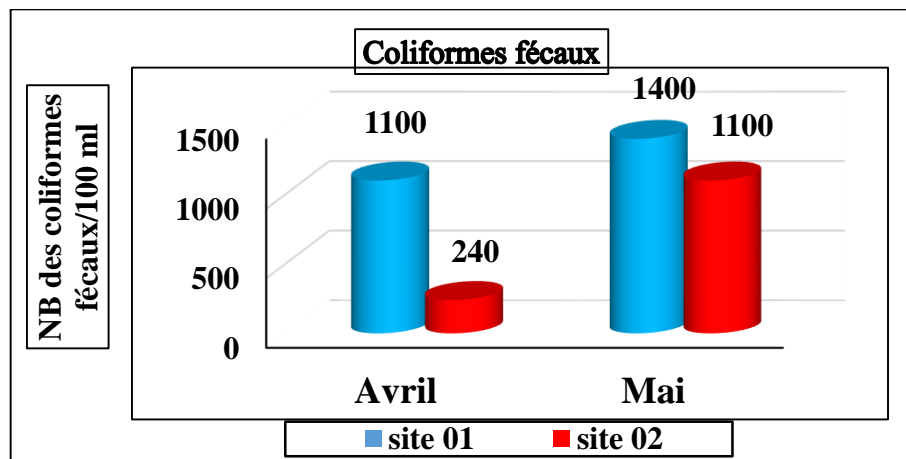


Figure 35: Evaluation du nombre des coliformes fécaux /100 ml dans l'eau d'Oued Seybouse.

2.3. Les streptocoques fécaux

Les Streptocoques fécaux, sont toujours présents dans la matière fécale, en grande partie d'origine humaine. Leur nombre est variable ; généralement ; beaucoup plus faible par rapport aux autres germes dont leur présence dans l'eau indique une contamination fécale est directement lié à la quantité de matière fécale qui- y-se trouve (**Razkallah, 2019**).

Les résultats d'estimation des Streptocoques fécaux sont illustrés sur la (**Figure 36**) ces derniers montrent que les valeurs les plus élevés ont été enregistré durant le mois de Mai (1400 SF/100ml et 460 SF/100ml) pour les deux sites, la valeur la plus basse est au niveau du le site 2 (240 SF/100ml).

La présence des SF dans les eaux d'oued Seybouse indique la présence d'une contamination d'origine fécale très récente, car ce sont des germes très sensibles au changement des milieux externes.

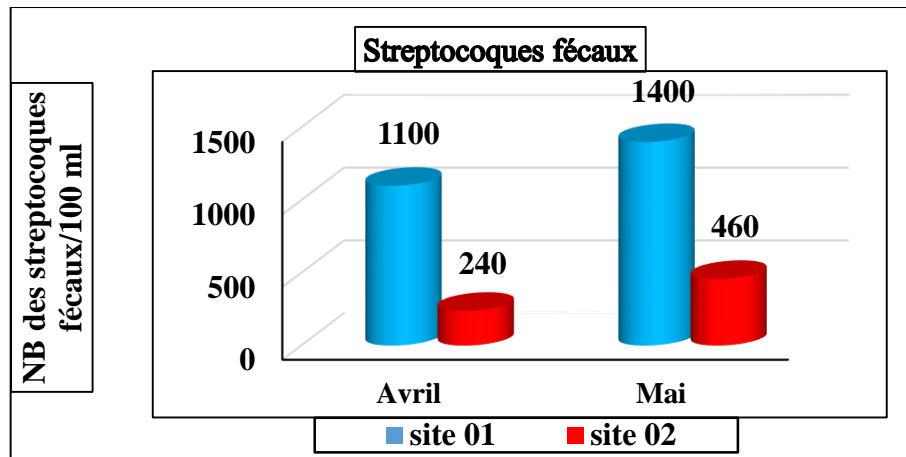


Figure 36: Evaluation du nombre des streptocoques fécaux /100 ml dans l'eau d'Oued Seybouse.

2.4. Spores des anaérobie-sulfito-réducteurs(ASR)

La présence des ASR dans les eaux de surface est très probable ou les formes sporulantes beaucoup plus résistante que les formes végétatives (**Boudraa, 2016**).

D'après nos résultats (**Figure 37**) on note la présence d'un halo noire dans les tubes contenant le milieu viande fois (VF) ce qui explique la présence de spore des anaérobies sulfito réducteurs dans les deux sites de prélèvements et dans les deux mois.

Durant le premier prélèvement le taux des ASR est moins par rapport aux deuxième prélèvements, ou on a enregistré le minimum des germes ,20 germes /ml pendant le mois d'Avril dans le site 1 et 30germes /ml dans le site 2 par contre, pendant le mois de Mai les valeurs ont augmenté ou nous avons noté la valeur la plus élevé ,150 germes/ml dans le site 2 et 120 germes /ml dans le site 1.

Donc il y a une contamination ancienne surtout au niveau de la deuxième station.



Figure 37 : Résultats des ASR dans les deux stations de prélèvements
(Prise par Meghazi Mai 2022)

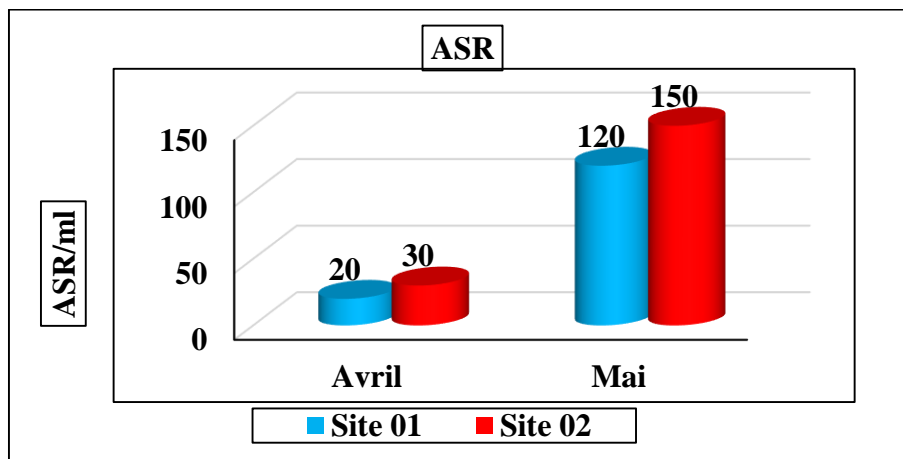


Figure 38: Variations du nombre des spores des anaérobie-sulfito-réducteurs (ASR) dans l'eau.

2.5. Résultat des germes pathogènes


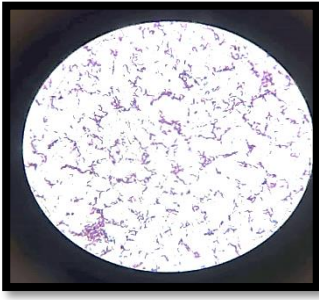
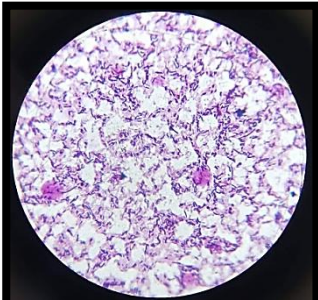
Les résultats des indicateurs de contamination fécale sont confirmés par la présence d'une grande diversité microbienne. Ainsi pendant notre étude, nous avons isolé et identifié d'innombrables bactéries pathogènes qui peuvent être à l'origine des maladies à transmission hydrique. Ces bactéries sont souvent isolées avec des effectifs et des colonies assez importantes.

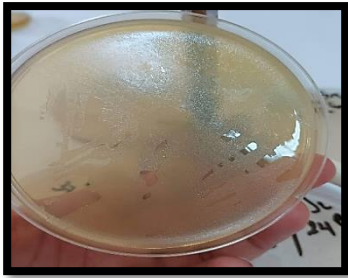
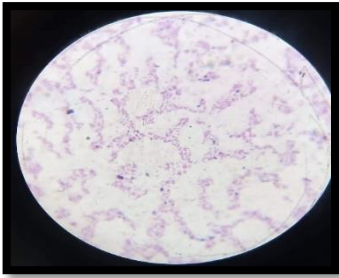
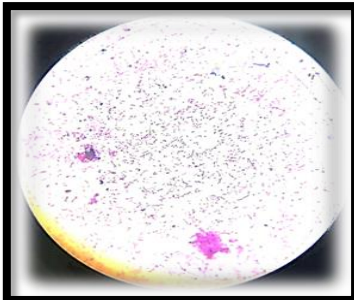
Deux étapes primordiales ont été suivies durant la recherche des germes pathogènes : l'observation macroscopique et microscopique des colonies isolées et une identification biochimique par la galerie biochimique classique, les API systèmes et autres tests. Les résultats sont résumés dans les tableaux et les figures ci-dessous.

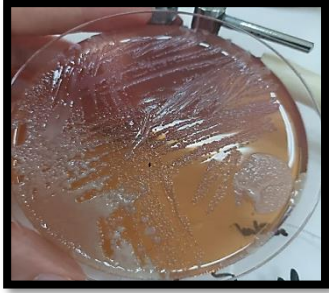
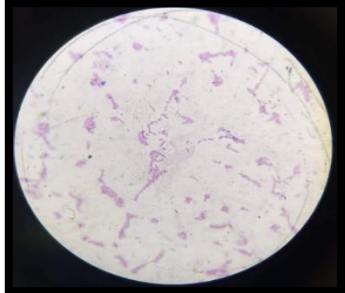
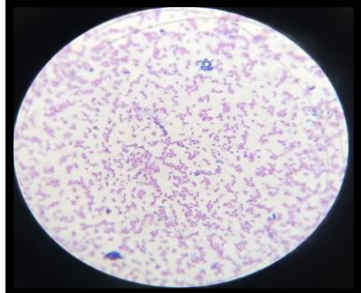
2.5.1. Caractères morphologiques et coloration de Gram


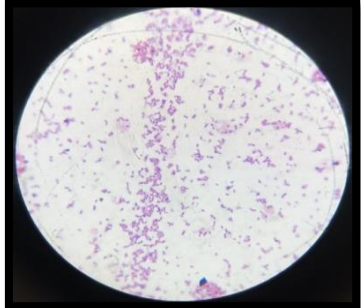
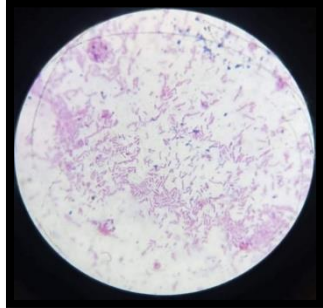
Tableau 5: Aspects macroscopiques et microscopiques des colonies bactériennes isolées dans l'eau d'Oued Seybouse (**Bouachir, 2015**).

Milieus de culture	Observation macroscopique	Observation microscopique
Chapman	<ul style="list-style-type: none"> - Colonies petites, jaunes dorée, circulaires, bombées, lisses, translucides. - Colonies petites, jaunes, circulaires, bombées, lisses, translucides. - Colonies jaunes, lisses, rondes, bombées, très petites (moins de 1 mm de diamètre), translucides. - Colonies grandes de 3 mm de diamètre, jaunes, muqueuses, bords irréguliers, opaques. (Figure 39). 	<ul style="list-style-type: none"> - Cocci Gram positif groupés en amas sous forme de grappes de raisin, immobiles, asporulés. - Cocci Gram positif groupés en amas irrégulier, immobiles, asporulés. - Cocci Gram positif disposés en paires, en tétrades ou en amas irrégulier, asporulé. - Bacilles Gram positif, longs, à bouts arrondies, isolés ou groupés en chaîne présentant l'aspect en « canne de bambou », asporulés.
GNAB	<ul style="list-style-type: none"> - Colonies petites, incolores, circulaires, bombées, lisses, transparentes. (Figure 42) 	<ul style="list-style-type: none"> - Bacilles droits Gram négatif, isolés, mobiles, asporulés.
SS	<ul style="list-style-type: none"> - Colonies petites, incolores, circulaires, bombées, lisses, transparentes. (Figure 45) - Colonies moyennes, roses, circulaires, bombées, lisses, opaques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Petits bacilles Gram négatif, isolés, asporulés.
Mac Conkey	<ul style="list-style-type: none"> - Colonies petites, incolores, légèrement blanchâtre, circulaires, bombées, lisses, transparentes. (Figure 48) - Colonies grandes, roses, irrégulières, déchiquetées, bombées, lisses, opaques, muqueuses. 	<ul style="list-style-type: none"> - Petits bacilles Gram négatif, isolés, asporulés.

Aspect macroscopique	Aspect microscopique S ₁	Aspect microscopique S ₂
 <p>Figure 39: Aspect des colonies sur gélose Chapman</p>	 <p>Figure 40: Cocci a Gram positif en amas (Grossissement×100).</p>	 <p>Figure 41: Cocci a Gram positif en amas (Grossissement×100).</p>

Aspect macroscopique	Aspect microscopique S ₁	Aspect microscopique S ₂
 <p>Figure 42 : Aspect des colonies sur gélose GNAB</p>	 <p>Figure 43: Cocci a Gram négatif en amas (Grossissement ×100)</p>	 <p>Figure 44: Cocci a Gram négatif en amas (Grossissement ×100)</p>

Aspect macroscopique	Aspect microscopique S ₁	Aspect microscopique S ₂
 <p>Figure 45 : Aspect des colonies sur gélose SS</p>	 <p>Figure 46: Bacille a Gram négatif (Grossissement ×100)</p>	 <p>Figure 47 : Bacille a Gram négatif (Grossissement ×100)</p>

Aspect macroscopique	Aspect microscopique S ₁	Aspect microscopique S ₂
 <p>Figure 48: Aspect des colonies sur gélose Mac Conkey.</p>	 <p>Figure 49: Bacille a Gram négatif (Grossissement ×100)</p>	 <p>Figure 50: Bacille a Gram négatif (Grossissement ×100)</p>




2.5.2. Résultats de l'identification biochimique

2.5.2.1. Profil biochimique des *Staphylococcus*

L'identification de la bactérie repose sur la mise en évidence des caractères suivants :

Catalase, Oxydase et fermentation du mannitol (**Tableau13**).


Tableau 6: Résultat du profil biochimique des *Staphylococcus* isolés.

Test Oxydase	Test Catalase	Test Mannitol mobilité	Espèce
 <p>Figure 51: Résultat de test Oxydase négatif.</p>	 <p>Figure 52: Résultat de test Catalase positif.</p>	 <p>Figure 53: Résultat de test Mannitol mobilité positif</p>	<i>S.aureus</i>

2.5.2.2. Profil biochimique des *Vibrio*

La démarche de l'identification est résumée dans le (Tableau 14) ci-dessous.

Tableau 7: Résultats du profil biochimique des *Vibrio* isolés.

Test Oxydase
 <p>Figure 54: Résultat de test oxydase positif.</p>

2.5.3. Résultats de la galerie API 20 E

Les résultats de la galerie API 20 E qu'on effectue sur le milieu mac conkey montrent la présence de *Serratia fonticola* (Figure 55).



Figure 55: Résultats de API 20 E : *Serratia fonticola* (prise par Boutebba, 2022)

Les résultats des API 20 E réalisés confirment la pathogénie des eaux prélevées. Pour mieux expliqué et comprendre nos résultats on peut citer quelques critères et processus de ces derniers :

➤ ***Serratia fonticola***

-bacille gram négatif, mobile.

-Elles sont omniprésentes dans le sol, l'eau et à la surface des plantes.

➤ **Epidémiologie**

Distribution dans le monde entier, une épidémie peut résulter d'un contact de plusieurs patients avec une source commune ou d'un contact entre patients. Le tractus intestinal des nouveau-nés peut également être infecté.

➤ **Mode de transmission**

Ingestion d'aliments contaminés et contact direct. Une transmission nosocomiale peut survenir par contact manu porté entre le personnel hospitalier et d'autres patients. Les vecteurs passifs peuvent également propager *Serratia* [11].

Conclusion

L'Oued Seybouse draine l'un des principaux bassins versants d'une superficie totale d'environ 6471km orientale de l'Afrique du Nord (**Kirati, 2006**). La pollution dans la moyenne Seybouse est liée principalement aux rejets industrielle non traitées et notamment les rejets des zones industrielle de Bouchegouf et El hadjar, dont les volumes ne sont pas connus avec précision.

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'état de l'eau de l'Oued Seybouse pendant deux mois (Avril et Mai) en comparant les paramètres physico-chimique et bactériologiques des deux sites (Bouchegouf et Héliopolis).

Les résultats des paramètres physiques obtenus durant les deux mois de prélèvement montrent une différence notable des taux et des teneurs mesurées de chaque paramètre étudié dans la plupart des cas elles dépassent les normes tel que le Ph (entre 7.61 et 8.01) cette intervalle favorise la croissance des microorganismes et la salinité qui variée entre 0.79g/l et 1.39g/l ce qui provoque qu'une minéralisation continue de ces milieux. D'après ces résultats on constate que la qualité de nos eaux est normale à médiocre.

Du point de vue bactériologique, les résultats que nous avons obtenus exposent une contamination bactérienne très nette, exprimée par une contamination fécale très élevée : coliformes totaux varie entre 460 CT/100 ml et 1400 CT/100 ml, coliformes fécaux entre 240 CF/100 ml et 1400 CT/100 ml, streptocoques fécaux), streptocoques fécaux variée entre 460 SF/100 ml et 1100 SF/100 ml. Cette pollution fécale est d'origine humaine et d'origine animal à cause des rejets domestiques des agglomérations et de l'activité de l'élevage.

Aussi nous avons découvert la présence de certains germes pathogènes tels que *staphylococcus* et les *vibrios* et les *salmonelles* (*Serratia fonticola*) capable de causer des graves maladies peuvent constituer un fléau de santé publique.

Malgré les analyses et les études qui sont menées chaque année sur la qualité d'Oued Seybouse, la pollution qui y est exposée est toujours présente et dans des proportions non négligeables. L'Etat doit donc prendre ça en considération et prendre des mesures de précaution strictes pour protéger cette ressource naturelle parce que Le danger de cette pollution constitue sans aucun doute une menace pour les habitants en voisinages qui l'utilisent pour irriguer les zones agricoles.

Références bibliographiques



- ❖ **Abboudi N., Aris M., (2018).** Le développement économique local un moyen de développement durable. Cas de la wilaya de Guelma durant 2016-2018 Local. Journal of North African Economies ISSN, vol. 17, no 25, 17-32p.
- ❖ **Abedellioui S., Boukhdim A., Hamzaoui H. (2012).** Qualité microbiologique d'un écosystème lotique Cas de l'Oued El Kebir Ouest (Skikda, Nord-Est Algérie). Mémoire de master. Université 8 mai 1945 Guelma.
- ❖ **Achour S., Chabbi F., (2017).** Etude des étapes d'oxydation/désinfection de la station de traitement des eaux d'Ain Tinn (Mila, Est algérien). Larhyss Journal, (31), 233-247p.
- ❖ **Adamou A., Agehia A., Bourcace S., (2012).** Evaluation de la qualité physico-Chimique et Bactériologique de l'eau du lac Oubeira. Université 8 mai 1945, Guelma. 13p.
- ❖ **Adili A., ben Redjem., F., Mekhalfa S., (2012).** Evaluation du risque sanitaire associé aux eaux de la mer : Cas de la plage Messida (EL KalaWialya d'EL Taref. Mémoire de master, Université 8 mai 1945, Guelma, 15p.
- ❖ **Agence des Bassins hydrographiques –Constantinois -Seybouse – Mellegue., (1999).** Cahiers de l'agence (ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire).
- ❖ **Aissaoui M., Benhamza M., Guettaf M., (2017)** Caractéristiques hydro chimiques des eaux de l'oued Seybouse-Cas de la région de Guelma (Nord est Algérien). Synthèse Revue des Sciences et de la Technologie, vol. 35, 178-186p.
- ❖ **Ait Hamlet S., (1998).** Contribution à l'étude de la qualité de huites oueds de la Wilaya d'el Taref ; aspects microbiologique et écologique, thèse. Université d'Annaba, 150p.
- ❖ **Alioua, M (2015).** Les Staphylocoques : sensibilité aux antibiotiques et profil moléculaire de Staphylococcus aureus Résistant à l'amicilline. Thèse de doctorat. Université de BADJI MOKHTAR – ANNABA, Algérie.
- ❖ **Allouane F., Limane H., (2013).** Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux du barrage Ain Dalia à Souk Ahras (Nord-Est Algérien). Mémoire de Master. Université 08 Mai 1945 Guelma. 115p.
- ❖ **ANRH, (2001).** Agence Nationale des Ressources Hydriques : Grille de qualité des eaux de surface.
- ❖ **Aouissi A., Houhamdi M., (2014).** Contribution à l'étude de la qualité de l'eau de quelques sources et puits dans les communes de Belkheir et Boumahra Ahmed (Wilaya de Guelma,

Nord-est Algérien). In 1er Séminaire National sur la Santé et Bio-Surveillance des Ecosystèmes Aquatiques.

- ❖ **Assaad E., (2006).** Etude du processus de coagulation –floculation du système montmorillonite-chitosane dans l'élimination de métaux de transition, université du Québec, Montréal.
- ❖ **Atheb G., (2009).** Traitement des eaux par action combinée de la photocatalyse solaire et de l'adsorption sur charbon actif : conception et réalisation du procédé. Thèse de doctorat, Université Paul Verlaine-Metz.
- ❖ **Attab S., (2001).** Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local. Mémoire de magister. Université d'Ouargla, 91 p.



- ❖ **Bachassou B., (1997).** Mise en valeur des étangs. Edition Lavoisier TEC ET DOC.22ME édition ,80 p.
- ❖ **Barour A., Benslama M., Chefrou A., Barour C., (2012).** Contribution à l'étude microbiologique des eaux de l'oued Medjerda dans l'extrême Est Algérienne : Souk Ahras. *Synthèse : Revue des Sciences et de la Technologie*, vol 25, 88-96p
- ❖ **Bekada D., (2019).** Intérêts des tests microbiologiques dans le cas de la Gastrite Maladie de Crohn et rectocolite Hémorragique. Thèse, université d'Oran 1. Algérie.
- ❖ **Belabed B., (2010).** La pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba source de contamination des écosystèmes aquatique. Thèse de Doctorat, université d'Annaba, Algérie. (42-43, 48-49) p.
- ❖ **Belhadj M., (2017).** Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la Wilaya de Skikda. *Thèse*, Université Mohamed Khider Biskra, Algérie.
- ❖ **Belli A., Benendjeddou Y., Benzerrouk M., (2021).** Physico-chimiques Et Microbiologiques Des Eaux Introduites Dans Le Barrage Beni-Haroun (Wilaya De Mila). Université Abdelhafid Boussouf, Mila. P16. 21p.
- ❖ **Benabassa M., MerzougK., (2018).** Étude de l'impact de la station d'épuration sur la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de l'Oued Seybouse (Guelma), mémoire,

Guelma, Algérie. 50p.

- ❖ **Benchabane R., Merzoug N., (2015).** Contribution à l'étude de la qualité bactériologique et phytoplancton que de l'eau du marais Boussedra el boni (Annaba). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 Guelma, 5p.
- ❖ **Bengherbia A., Hamaidi F., Zahraoui R., Hamaidi M., Megateli S., (2014).** Impact des rejets des eaux usées sur la qualité physicochimiques et bactériologique de l'oued Beni Aza (Blida, Algérie). Lebanese Science Journal 15 (2), 13 p.
- ❖ **Benkaddour B., (2018).** Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Chélif (Algérie). Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via Domitia, et Université de Mostaganem. Algérie.
- ❖ **Bensaoula F., Adjim M., Bensalah M., (2007).** L'importance Des Eaux Karstiques Dans L'approvisionnement En Eau De La Population De Tlemcen. Larhyss Journal, N°06, 57-64p.
- ❖ **Benyahia H., stiti H., (2017).** Contribution à l'étude de la qualité de l'eau d'Oued Seybouse. Mémoire de master, Université 8 mai 1945, Guelma. 04 p.
- ❖ **Bertrand J., Caumette P., Lebaron F., Matheron R., Normand F., (2011).** Ecologie microbienne : Microbiologie des milieux naturels et anthropisés. Presses universitaires de Pau et des Pays de l'Adour. 1002 p.
- ❖ **Boeglin J., (2006).** Propriétés Des Eaux Naturelle Dans : Techniques De L'ingénieur W1 : Technologie Des Eaux. Techniques De L'ingénieur. Chap.G1 110, 1-8p.
- ❖ **Bouchain C., Benalia H., (2015).** Etude de la qualité bactériologiques et physico-chimiques de l'eau du lac Tonga (Parc National d'El kala, Nord-Est algérien). Mémoire de master. Université 8 mai 1945, Guelma.
- ❖ **Boucheliga O., Haouam C., (2020).** Evaluation de la résistance aux antibiotiques des bactéries isolées du milieu hospitalier : cas de l'hôpital Khaledi Abdelaziz, Tébessa. Master 2 Microbiologie Appliquée, Université 8 Mai 1945 Guelma, 50 p.
- ❖ **Boucherit A., Hakimi H., (2016).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau du Barrage Hammam Debeh-Guelma. Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945, Guelma, 67p.
- ❖ **Bouchlaghem E., (2008).** Caractérisation du peuplement Odontologies du bassin versant des oueds Seybouse. *Mémoire de magister, Université de Guelma*, 69 p.

- ❖ **Boudraa W., (2016).** Contribution à l'étude écologique de l'avifaune aquatique d'une zone humide péri-urbaine : cas du marais de boussedra (Nord-est de l'Algérie). Thèse de doctrat. Université de Badji Mokhtar. Annaba.
- ❖ **Boukertouta S., Sellaoui C., Tahraoui C., (2009).** Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et l'identification fongiques à partir des eaux du lac Oubeia. Mémoire d'ingénieur. Université 8 Mai 1945 Guelma.36p.
- ❖ **Bouras Z., Sekfali S., (2013).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux superficielles « cas d'Oued Zénati » (Nord - Est Algérien). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 de Guelma. 9-10-20p.
- ❖ **Bourrier R., Selmi B., (2011).** *Technique de la gestion et de la distribution de l'eau*, Edition Moniteur, Paris, 353 p.



- ❖ **Camille D., (2007).** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Lavoisier. Editions TEC and DOC. 11, rue la voisier F-75008 Paris
- ❖ **Carbonnelle D. et Kouyoumdjian S., (1988).**Bactériologie médicale techniques usuelles. *Méd. Mal. Inf.* 251 p.
- ❖ **Castany G., (1982).** Hydrologie principes et méthodes, édition DUNOD.
- ❖ **Charchar N. (2009).** Contribution à l'étude de la pollution d'Oued Seybouse (Guelma) par les tensioactifs anionique (LAS). Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945, Guelma. 121p.
- ❖ **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.
- ❖ **Chelle F., Dellale M., DewaChter M., Mapakou F., (2005).** Epuration des eaux usées pourquoi et comment épuré (Festival de science).
- ❖ **Chevalier P., (2002).** Entérocoques et streptocoques fécaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine, Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, 5 p.
- ❖ **Claude C., (2013).** Les traitements de l'eau : procédés physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus ; nouvelle édition. France. 17p.

- ❖ **Cohen N., Karib H., (2007).** *Vibrio spp* Dans les produits de la pêche : Risque et prévention. Les technologies de laboratoire.3-7p.

D

- ❖ **Debabza M., (2005).** Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville de Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes. Mémoire de master, Université Badji Mokhtar, Annaba. 04p.
- ❖ **Delarras C., (2014).** Pratique en microbiologie de laboratoire Recherche de bactéries et de levures-moisissures. Tec & Doc/Lavoisier.
- ❖ **Dellarras C., (2003).** Microbiologie de l'environnement avec législation. Travaux pratiques commentés. Gaetan Morin éditeur. 223-230 p

E

- ❖ **Elafri A., (2009).** Contribution à l'étude de la pollution des eaux du bassin de la Seybouse : cas des rejets industriels de l'unité du marbre et des carrelages. (Suivi de la qualité physicochimique et bactériologique). Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945. Guelma. 140 p.
- ❖ **Elagoune A., Grini A., (2016).** Optimisation de la Filtration sur Sable : cas de la Station de Traitement de l'Eau Potable de Hammam Debagh. Mémoire de master, Guelma, Algérie.

F

- ❖ **Fagrouch A., Amyay S., Berrahou A., EL Halouani H., et Abdelmoumen H., (2010).** Performances d'abattement des germes pathogènes en lagunage naturel sous climat aride : cas de la filière de traitement des eaux usées de la ville de Taourirt. *Afrique SCIENCE*. 06 (3). 16 p.
- ❖ **Faurie C., Ferra C., Médori P., Dévaux J et Hemptinne JL., (2012).** Écologie approche scientifique et pratique 354-391p.

- ❖ Festy B., Hartemann P., Ledrans M., Levallois P., Payment P., Tricard, D. (2003). Qualité de l'eau. Environnement et santé publique-Fondements et pratiques, 333-368p.
- ❖ Frank R., (2002). Analyse des eaux. Edition, Tec et DOC, 18-188 p.
- ❖ Freney J., Renaud F., Hansen W. et Bollet C. 2000. *Bactériologie clinique*. ESKA. Paris. 1692 p.
- ❖ Fustec E., Lefeuvre J., (2000). Fonctions et valeurs des zones humides, Dunod Paris, 426p.



- ❖ Gabert J., (2018). Mémento de l'assainissement : Mettre en œuvre un service d'assainissement complet, durable et adapté. Quae. 884 p.
- ❖ Gaujous D., (1995). *La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire 2ème édition*.
- ❖ Gaussen H., Bagnouls F., (1953). Saison sèche et indice xérothermique, Université de Toulouse, Faculté des Science
- ❖ Genin B., Cauvin C. et MenarodEducagris F., (2003). Cours d'eau et indice biologique. Pollution. Méthodes IBGN ; édition educagris.
- ❖ Gérard M., (2003). La qualité de l'eau et de l'assainissement en France. Rapport office parlement d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.
- ❖ Gregorio C., Pierre M., (2007). Traitement et épuration des eaux industrielles pollués : procédés membranaires, bio adsorption et oxydation chimique. pressesUniv.franche-comté.
- ❖ Guerd H., Mesghouni A., (2007). Performance de la station de dessalement des eaux dans la région d'El-Oued. Mémoire de fin d'étude : Supérieures en Biologie : Université Kasdi Merbah-Ouargla, 67p.
- ❖ Guibert J., Goldstein F., Lafaise C., Gaudin H., (1981). Infection à *entérobactérie* EMC, Paris, Maladies infectieuses.



- ❖ Hadji F, Boucceredj I., (2020). Analyse physico-chimique et microbiologique de l'eau. Mémoire, Guelma, Algérie. 34-132p.

- ❖ **Haslay C., Leclerc H., (1993).** Microbiologie des eaux d'alimentation. Technique & Documentation, Lavoisier, 495p.
- ❖ **Herbet S., Lecar B., (2000).** Suivi de la qualité des rivières et des petits cours d'eau. Québec Direction des suivies de l'état de l'environnement. Ministère de l'environnement, rapport n: QE. 123.24p.
- ❖ **Herihajaniavo A., Sambe F., Dieng M., Andrianary P., Diop C., (2016).** Identification des bactéries du compostage des déchets putrescibles de l'École Supérieure Polytechnique de Dakar. Évolution des Coliformes fécaux (CF), Escherichia coli (E. coli), bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR), Pseudomonas aeruginosa (Pseudo. a) au cours de la phase thermophile. Afrique SCIENCE, 12(6), 130-136p.
- ❖ **Hounsounou E., Ayi-Fanou L., Ayéna A., Agassounon Djikpo Tchibozo M. et Mama D. (2018).** Contamination Des Eaux De Puits Par Les Salmonelles Et Les Vibrions non-O1/non-O139 Dans Les Quartiers Précaires Du Sixième Arrondissement De Cotonou (Sud-Bénin). European Scientific Journal, ESJ. 14 (6). 6p.



- ❖ **Kadjouh S., (2011).** Traitement des eaux par procédé d'ultrafiltration (conserverie Amor ben amor et Fedjoudj-Guelma). Mémoire de master, Guelma, Algérie.
- ❖ **Kahoul M., (2017).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'El-Harrouch (Wilaya de Skikda). Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba. 03p.
- ❖ **Kan E., Strelffe T., (2002).** Compagne suis de réassurance zuriche. wastewater treatment: principles, modelling and design. Technol Eng. 511p.
- ❖ **Kane Z., Mforo D., (2015).** *Impact des activités anthropiques sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surfaces des affluents d'Oued Seybouse (Oued El Maiz et Oued Zimba) dans le bassin de Guelma. Mémoire de master. Université 08 mai 1945 Guelma.p8.*
- ❖ **Kettab A., (1992).** Traitement des eaux, Les eaux potables, Edition : Office des Publications Universitaires, Alger, 111p.
- ❖ **Khadri S., (2018).** La qualité des rejets urbains par temps de pluie dans un bassin versant

urbanisé (Bassin versant de la Seybouse). Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar. Annaba, 79p.

- ❖ **Khettaf S., (2018).** Evaluation physico-chimique de l'eau d'un barrage et proposition d'un traitement adapté pour une eau de haute qualité. Thèse de doctorat, Université El-Hadj Lakhdar – Batna 1, Algérie.
- ❖ **Kirati B., Brahmia N., (2006).** Impact des eaux d'irrigation sur les eaux souterraines de la plaine alluviale de Guelma. Mémoire d'ingénieur d'état. Université Badji Mokhtar d'Annaba.113p.
- ❖ **Kneese A., (1967).** Economie et gestion de la qualité des eaux. Dunod, Paris, 260p.

L

- ❖ **Labres E., Azizi D. et Boudjellab B., (2006).** Cours d'Hygiène et de Microbiologie des Eaux: Microbiologie des eaux et des boissons, Institut Pasteur d'Algérie.
- ❖ **Lassoued K., Touhami N (2008).** Contribution à l'étude de la Qualité microbiologique de l'eau du Barrage de Hammam Debagh. *Mémoire diplôme d'ingénieure. Université 8 Mai45. Guelma. 20, 21, 44 p.*
- ❖ **Lbres E., (2002).** Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments « Microbiologie des eaux, des boissons et des produits de la mer ». Institut pasteur d'Algérie. 34p.
- ❖ **Le minor L.et Veron M., (1989).** Bactériologie médicale. Flammarion médecine science.845p.
- ❖ **Lebres E., (2002).** Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments « Microbiologie des eaux, des boissons et des produits de la mer. » institut Pasteur d'Algérie.34p.
- ❖ **Lebres E., Mouffor., (2008).** Le cours national d'hygiène et microbiologie des eaux de boisson. Manuel des travaux pratique des eaux. Instituts Pasteur d'Algérie.
- ❖ **Lightfoot N., (2002).** *Analyses microbiologiques des aliments et de l'eau. Directive pour l'assurance qualité. France. 387 p.*
- ❖ **Lugub B., (1999).** L'eau et ces enjeux. Edition fondation de la maison de chimie.

M

- ❖ **Mahdjoub H. (2017)**. Cycle de vie et écologie de *Coenagrion mercuriale* dans le bassin versant de la Seybouse (Nord-Est de l'Algérie). Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba. 75-98p.
- ❖ **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. 149-169 p.
- ❖ **Mansouri Z., (2009)**. Les ressources en eau et gestion intégrée du bassin versant de l'oued Bouhamdane (Nord-Est Algérien). Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar d'Annaba. 118p.
- ❖ **Mara D., (1980)**. Sewage treatment in host climates, Ed. JohnWiley and Sons.168p.
- ❖ **Marchand M., Tissier C., Tixier C., Tronczynski V., (2004)**. Les contaminants chimiques dans la Directive Cadre sur l'Eau, centreifremer de nantes. 5p.
- ❖ **Monode T., (1989)**. Méharées géographiques (N.ANI) normes algérienne et normes international. France loisir. 233p.
- ❖ **Mouchara N., (2009)**. L'impact de lâchées de barrage hammame debagh sur la qualité des eaux de la vallée de la seybouse dans sa partie amont (Nord-est algérien). Mémoire de magister, Université d'Annaba, 13p.
- ❖ **Mpiangu Kapela B., (2008)**. Le laboratoire d'hygiène et de la prévention de la santé et de la population (D.S.P) de la wilaya de Guelma. Rapport de stage .6p.



- ❖ **Olivier J., JaperJ B., (1997)**. *Vibrio Species.in seafood: Food microbiology-fundamentals and frontiers*. Washington 264p.
- ❖ **Ozenda P., (1982)**. *Végétaux dans la biosphère*. Doin Editeurs.



- ❖ **Patrick R., Murray K., Kosenthal S., Michael A., (2009)**. *Medical Microbiology*.6thedition. Mosby Elsevier. Canada.960p.
- ❖ **Pechère J., Acar J., Grenier B., Niheul E., (1982)**. *Reconnaitre, Comprendre et traité les infections*. 4^{ème}édition. Edisem ST-Hyacinthe. Québec.Canada.509p.



- ❖ **Raymond D., (1997).** Le traitement des eaux. Deuxième édition revue et enrichie : Presses inter Polytechnique. 27, 111, 112p.
- ❖ **Razkallah Z., (2019).** Contribution à l'étude de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau de l'Oued Seybouse et inventaire de l'Odonatofaune (Guelma, Nord-Est Algérie). Thèse de Doctorat, Université Chadli Benjdid- El Taref, 101-102 p.
- ❖ **Razkallah Z., Abdi S., Zerari A., (2013).** Etude de la qualité bactériologique des eaux de quelques zones humides du complexe de Guerbes- Sanhadja (Wilaya de Skikda). Diplôme de Master. Université de 8 mai 1945, Guelma, 65p.
- ❖ **Reggam A., (2015).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux d'Oued Seybouse. Thèse de Doctorat. Université 8 Mai 1945, Guelma. 174 p.
- ❖ **Reggam A., Bouchelaghem., Houhamdi M., (2015).** Qualité Physico-Chimique des Eaux de l'OuedSeybouse (Nord-Est de l'Algérie) : Caractérisation et Analyse en Composantes Principales (Physico-chemical quality of the waters of the Oued Seybouse (North eastern Algeria) : Characterization and Principal Component Analysis) .6 (5), 1417-1425p.
- ❖ **Reggam, A., (2014).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux d'Oued Seybouse. Thèse de doctorat, Guelma, Algérie. 9p.
- ❖ **Rejsek F., (2002).** Analyse des eaux : aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine (CRDP). Bordeaux. 358, 360p.
- ❖ **Rodier J., (2005).** L'analyse de l'eau : eau naturelles, eau résiduelle, eau de mer ; 8ème Edition. Dunod. 1383p.
- ❖ **Rodier J., 2016.** L'analyse de l'eau. 10e éd. Dunod. 1824 p.
- ❖ **Rodier J., Legube B., Marlet N., et coll., (2009).** *L'analyse de l'eau. 9ème édition. Dunod.Paris. 1579-571-572p*
- ❖ **Rouaiguia M., Cheriet M., (2010).** Qualité micrbiologique de l'eau d'Oued Messida. Mémoire de Master. Université 8 mai 1945 Guelma. 78, 120p.
- ❖ **Roulet R., (1986).** Utilisation des membranes d'ultrafiltration. La Houille Blanche, no 7-8, 559-568p.
- ❖ **Roux J., (1990).** Les Secrets De La Terre : L'eau Source De Vie. Editions De Brgm, Orléans Et La Compagnie Du Lierne, Paris.64p.

J

- ❖ **Saadi M., Lahmar F., (2018).** Evaluation de l'efficacité de la station d'épuration de Guelma (N-EST ALGERIE) mémoire, Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.
- ❖ **Salghi R., (2005).** Différentes filières de traitement des eaux, cours préparés, Université Ibn Zohr, Agadir, Maroc.
- ❖ **Satha H., (2014).** Evaluation de l'intégrité écologique des eaux de l'oued Seybouse. Mémoire de master, Université 8 Mai 1945 Guelma. 109p.
- ❖ **Servais P., Billen G., Tamara G., George I., Goncalvez A., Thibert S., (2009).** La contamination microbienne des eaux du bassin de la Seine. Eau Seine Normandie, Programme PIREN-SEINE.
- ❖ **Stiti H., Benyahia H., (2017).** Contribution à l'étude de la qualité de l'eau d'Oued Seybouse (Guelma). Mémoire de master. Université 08 mai 1945 Guelma. 14p.

T

- ❖ **Tridi Ch., Far M., (2020).** Etude de la qualité physico-chimique des sources d'eau souterraine de la wilaya d'el Taref (nord-est algérien). Mémoire. Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.

W

- ❖ **World Health Organization (WHO), (1987).** Factors affecting treatment in ponds in water stabilization pond: Principles of Planning and Practice, FMRO Technical Publication, 10, Alexandria.

Y

- ❖ **Yahiaoui W., Arifi N., (2013).** Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique d'un écosystème aquatique périurbain (marais boussestra) mémoire. Guelma. Algérie. 77p.

1. <https://www.cieau.com/espace-enseignants-et-jeunes/les-enfants-et-si-on-en%20apprenait-plus-sur-leau-du-robinet/cycle-de-leau/> . Consulté 15/04/2022 à 12.30.
2. <https://bu.umc.edu.dz/theses/amenagement/LOU6428.pdf> .consulté le 20/04/2022 à 17:06 .
3. <https://www.fontaine-a-eau.com/actualites/eaux-surface-souterraines-étapes-cycles-traitements> .visité le 20/05/2022.
4. <http://www.asal.dz/files/atlas/Zones%20humides1.pdf> . Consulté le 21/05/2022 à 14 :07.
5. <http://www.nord-nature.org> . Consulté le 21/05/2022 à 14 :18.
6. <https://www.eaufrance.fr/les-impacts-de-la-pollution-de-leau> . Consulté le 20/05/2022 à 23:05
7. <https://www.fontaine-a-eau.com/actualites/eaux-surface-souterraines-étapes-cycles-traitements> . Consulté le 25/05/2022 à 15.03.
8. <https://www.fontaine-a-eau.com/actualites/eaux-surface-souterraines-étapes-cycles-traitements> . Consulté le25/05/2022 à 16 :44.
9. <https://learnandconnect.pollutec.com/comment-utiliser-mesure-dbo5-dans-traitement-biologique-eaux-usées/> . Consulté le 03/05/20022 à 14 :16
10. <https://fr.differbetween.com/article/ndifference-between-positive-and-negative-oxidase-test> . Consulté 01/05/2022 à 11 :34.
11. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/biosecurite-biosurete-laboratoire/fiches-techniques-sante-securite-agents-pathogenes-evaluation-risques/serratia.html> . Consulté 12/05/2022

Annexes

Annexe 1

❖ **Composition des milieux de culture**

1. BCPL (bouillon lactosé pourpre au bromocrésol) S/C (en gramme par litre d'eau distillée)

- Peptone 5
 - Extrait de viande 3
 - Lactose 5
 - Pourpre de bromocrésol 0.025
- pH final : 6.7 / autoclavage à 120°C pendant 20 minutes

2. BCPL (bouillon lactosé pourpre au bromocrésol) S/C (en gramme par litre d'eau distillée)

- Peptone 10
 - Extrait de viande 6
 - Lactose 10
 - Pourpre de bromocrésol 0.05
- pH final : 6.7 / autoclavage à 120°C pendant 20 minutes

3. Bouillon de Rothe S/C (en gramme par litre d'eau distillée)

- Peptone 20
 - Glucose 5
 - Chlorure de sodium 5
 - Phosphate bipotassique 2.7
 - Phosphate monopotassique 2.7
 - Azohydrate de sodium 0.2
- pH final= 6.8-7 / autoclavage à 120°C pendant 15 minutes

4. Bouillon de Rothe D/C (en gramme par litre d'eau distillée)

- Peptone 40
 - Glucose 10
 - Chlorure de sodium 10
 - Phosphate bipotassique 5.4
 - Phosphate monopotassique 5.4
 - Azohydrate de sodium 0.4
- pH final= 6.8-7 / autoclavage à 120°C pendant 15 minutes

5. Eau peptonée exemple d'indole (en gramme par litre d'eau distillée)

- Peptone exemple d'indole 10
- Chlorure de sodium 5

- pH final=7.2

6. Milieu de Litsky (en gramme par litre d'eau distillée)

- Peptone 20
- Glucose 5
- Chlorure de sodium 5
- Phosphate monopotassique 2.7
- Azohydrate de sodium 0,3
- Ethyl-violet 0.0005
- pH final = 6.8 –7 / autoclavage à 120°C pendant 10 minutes

7. Eau peptonée alcaline (E.P.A) (en gramme par litre d'eau distillée)

- Peptone 30
- Chlorure de sodium 30
- pH= 8.6 / autoclavage à 121°C pendant 20 minutes

8. Milieu de Chapman (en gramme par litre d'eau distillée)

- Peptone bactériologique 10
- Extrait de viande de bœuf 1
- Chlorure de sodium 75
- Mannitol 10
- Gouge de phénol 0.025
- Agar 15
- pH =7.5 (environ)

9. Gélose Hektoen (en gramme par litre d'eau distillée)

- Peptone pepsique de viande 12
- Extrait de levure 3
- Chlorure de sodium 5
- Thiosulfate de sodium 5
- Sels biliaires 9
- Citrate de fer ammoniacal 1.5
- Salicine 2
- Lactose 12
- Saccharose 12
- Fuschine acide 0.1
- Bleu de bromothymol 0.065
- Agar 14
- pH = 7.5 (environ)

10. Gélose S.S. (Salmonella-Shigella)(en gramme par litre d'eau distillée)

-
- Peptone 5
 - Entrait de viande de bœuf 5
 - Sels biliaires 8.5
 - Citrate de sodium 10
 - Thiosulfate de sodium 5
 - Citrate se fer 1
 - Lactose 10
 - Rouge neutre 0.025
 - Vert brillant 0.00033
 - Agar 15
 - pH : 7.0 (environ)

11. Gélose GNAB (en gramme par litre d'eau distillée)

- Peptone 10
- Extrait de viande 3
- Chlorure de sodium 5
- Bile de bœuf 2
- Agar 8.6
- pH = 8.6.

12. TGEA Gélose tryptone –glucose-Extrait de levure (en gramme par litre d'eau distillée)

- Tryptone 5
- Extrait de viande de bœuf 3
- Glucose 1
- Agar 15
- pH final à 25°C : 7.0 ± 0.2

13. Viande foie (VF) (en gramme par litre d'eau distillée)

Préparer en deux étapes

➤ **Milieu de base**

- Base viande foie 30
- Glucose 2
- Amidon 2
- Agar 1
- Eau distillée 1000

➤ **Au moment de l'emploi**

Ajouter à 20ml de base fondé

- Sulfate de sodium à 5% 0,5

- Alun de fercommonaco 14

14. Gélose Mac Konkey (en gramme par litre d'eau distillée)

- Peptone pancréatique de gélatine 17
- Tryptone 1.5
- Peptone pepsique de viande 1.5
- Lactose 10
- Sels biliaires 1.5
- Chlorure de sodium 5
- Rouge neutre 30
- Cristal violet 1
- Agar agar 13.5
- pH =7

15. Milieu mannitol –mobilité (en gramme par litre d'eau distillée)

- Peptone 20
- Nitrate de potassium 2
- Mannitol 2
- Rouge de phénol à 1% 4
- Agar 4
- pH final : 8.1- 8.2

16. Gélose T.S.I (gélose glucose-lactose- saccharose) (en gramme par litre d'eau distillé)

- Peptone 20
- Extrait de viande 3
- Extrait de levure 3
- Chlorure de sodium 5
- Citrate de ferrique 0.3
- Thiosulfate de sodium 0.3
- Lactose 10
- Saccharose 10
- Glucose 1
- Rouge de phénol 0.024
- Agar 12
- pH du milieu prêt -à- l'emploi à 25°C : 7.4 ± 0.2

❖ **Composition des réactifs et des colorants**

1. Réactif de Kovacks

- Paradimethy-lamino-benzaldéhyd5
- Alcoolamylique 75

-
- HCl pur 25

2. Réactif de Vosges Proskauer (VP)

VP1 :

- Hydroxyde de potassium 40
- Eau distillée 100

VP2 :

- Alpha naphthol 6
- Ethanol 100

3. - Réactif de TDA

- Peptone de fer 3.4
- Eau distillée 100

4. Réactif de Griess pour les nitrites :

NIT 1 :

- Acide sulfanilique 0,8
- Acide acétique 5N 100

NIT 2 :

- N-N-diméthyl-1-naphtylamine 0,6
- Acide acétique 5N 100

5. Réactif de coloration de Gram

Lugol

- Iode 1
- Iodure de potassium 2
- Eau distillée 1000

Violet de gentiane

- Violet de gentiane 1
- Ethanol à 90% 10
- Phénol 2
- Eau distillée 1000

Fuschine

- Fushine basique 1

- Alcool éthylique 100
- Phénol 5
- Eau distillée 1000

Annexe 2

Tableau 8: Lecture et interprétations des tests biochimiques du milieu TSI (**Bouchar, 2015**).

	La pente	Le culot
Lactose	Jaune : fermentation de lactose et / ou saccharose Rouge : pas de fermentation	-
Saccharose		
Glucose	-	Jaune : fermentation du glucose. Rouge : pas de fermentation.
H ₂ S	Apparition d'un noircissement entre le culot et la pente.	
Gaz	-	Présence des bulles de gaz.

Annexe 3

Tableau 9: Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (**Monod, 1989**).

Température	Qualité	Classe
<20°C	Normal	1A
20°C-22°C	Bonne	1B
22°C-25°C	Moyenne	2
25°C-30°C	Médiocre	3

>30°C	Mauvaise	4
-------	----------	---

Annexe 4

Tableau 10: Classification des eaux d'après leur pH (Monod, 1989).

pH<5	Acidité forte : présence d'acides minéraux, ou organiques dans les eau naturelles.
pH=7	pH neutre.
7<pH<8	Neutralité approchée : majorité des eaux de surface.
5.5<pH<8	Majorité des eaux souterrains.
pH>8	Alcalinité forte, évaporation intense.

Annexe 5

Tableau 11: Grille de la qualité des eaux des rivières selon la conductivité électrique (Monod, 1989).

Conductivité électrique CE20°C(µs/cm)	Qualité des eaux	Classe
CE20°C<400	Bonne	1A
400<CE20°C<750	Bonne	1B
750<CE20°C<1500	Passable	2
1500<CE20°C<3000	Médiocre	3

Annexe 6

Tableau 12: 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.

Annexe 7

Tableau 13: Qualité des eaux en fonction de l'oxygène dissous (**ANRH, 2001**).

L'oxygène dissous (mg/l) L'oxygène dissous (%)	Qualité des eaux
>7mg/l → 90%	Normal
Entre 5 et 7mg → 70% à 90%	Bonne
Entre 3 à 5mg → 50% à 70%	Moyenne
<3mg → <50%	Médiocre

Annexe 8

Tableau 14: Indice NPP : combinaison de résultats positifs obtenus avec : 3 portions de 10 ml, 3 portions de 1 ml, 3 portions de 0.1 ml (**kapela, 2008**).

Nombre des tubes donnant une réponse positif (+)			Indice NPP
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0.1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	2

1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	29
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	260
3	3	2	1100
3	3	3	1400

Résumés

Résumé

Notre étude est réalisée sur Oued Seybouse qui considéré comme l'une des cours d'eaux les plus importants d'Algérie, pour surveiller l'état actuelle de la qualité des eaux qui coule dans cet oued. On été effectués deux prélèvements au niveau de deux station différentes Bouchegouf et Héliopolis sur une période du mois d'Avril et Mai 2022.

Cette étude concerne les analyses physico-chimiques (Température, pH, conductivité, turbidité, salinité, oxygène dissous) et l'évaluation de contamination bactérienne (les coliformes, les streptocoques fécaux, ASR, les germes pathogènes comme les staphylocoques et les salmonelles).

Les résultats issus des analyses physicochimiques montrent que la température de ce cours d'eau est normale, un pH légèrement alcalin, une qualité médiocre de la conductivité et d'oxygène dissous. En outre la recherche de contamination bactérienne les résultats qu'on a enregistrés montrent une contamination bactérienne dans les deux stations et surtout dans la station (1), on a détecté aussi la présence de quelques germes pathogènes telles que les staphylocoques, les salmonelles, les vibrions.

Mot clés : Oued Seybouse, pollution, analyse physico –chimique, analyse bactériologique.

Abstract

Our study is carried out on Oued Seybouse which considered as one of the most important watercourses of Algeria, to monitor the current state of the quality of the water which flows in this Oued. Two samples were taken at two different stations Bouchegouf and Heliopolis over a period of April and May 2022.

This study concerns the physico-chemical analysis (Temperature, pH, conductivity, turbidity, salinity and dissolved oxygen) and the evaluation of bacterial contamination (coliforms, fecal streptococci, ASR, pathogenic germs such as staphylococci and salmonella).

The results from the physicochemical analyses show that the temperature of this watercourse is normal, a slightly alkaline pH, and a poor quality of conductivity and dissolved oxygen. In addition to the search for bacterial contamination, the results we recorded show bacterial contamination in both stations and especially in the station (1), we also detected the presence of some pathogenic germs such as staphylococci, salmonella, vibrios.

Key words: Oued Seybouse, pollution, physicochemical analysis, bacteriological analysis.

ملخص

اجريت دراستنا على واد سيبوس الذي يعتبر من أهم مجاري المياه في الجزائر لرصد الوضع الحالي لنوعية المياه المتدفقة في هذا الوادي واخذت عينتان في محطتين مختلفتين هما بوشقوف وهيليوبوليس خلال فترة افريل وماي 2022

تتعلق هذه الدراسة بالتحليل الفيزيائي الكيميائي (درجة الحرارة، الرقم الهيدروجيني، الناقلية، التعكر، الملوحة، والأكسجين المذاب) وتقييم التلوث البكتيري (القولونيات، العقديات البرازية، جراثيم تقليل الكبريت اللاهوائي، الجراثيم المسببة للأمراض مثل المكورات العنقودية والسالمونيلا)

تظهر نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية أن درجة حرارة هذا المجرى المائي طبيعية، ودرجة الحموضة القلوية قليلا، ونوعية رديئة من الناقلية والأكسجين المذاب. بالإضافة إلى البحث عن التلوث البكتيري، أظهرت النتائج التي سجلناها تلوثا بكتيريا في كلتا المحطتين وخاصة في المحطة (1)، كما اكتشفنا وجود بعض الجراثيم المسببة للأمراض مثل المكورات العنقودية والسالمونيلا والضممة.

الكلمات المفتاحية: وادي سيبوس، التلوث، التحليل الفيزيائي الكيميائي، التحليل البكتريولوجي