

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université de Blida 1



Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département de biologie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de master en Biologie

Option : Microbiologie

Sous le thème

**Caractérisation des communautés microbiennes des eaux
d'oueds dans la région de Blida**

Soutenu le : 01/07/2024

Réalisé par :

Mlle Kadi Sabrina

Mlle Saadaoui Marwa

Mlle Boussadi Sarah

Devant le jury :

Mme OUAHCHIA C.

MAB

Université Blida -1

Présidente

Mme TOBAL SEGHIR S.

MAA

Université Blida -1

Examinatrice

Mme ZEROUTI K.

MCB

Université Blida -1

Promotrice

Mme HENNI FZ.

Doctorante

Université Blida -1

Co-Promotrice

Année universitaire : 2023 – 2024

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions "**ALLAH**" tout puissant qui nous a donné la force, la volonté et le courage d'accomplir ce travail.

Nos vifs remerciements vont en premier lieu à notre promotrice **Mme Zeroutti kh** qui a bien voulu accepter l'encadrement de notre travail. Elle nous a aidées avec ses orientations éclairantes accompagnées d'une grande gentillesse.

Nous remercions notre Co-promotrice **Mme Henni Fatima Zahra** pour son aide et sa disponibilité à chaque fois que nous avons besoin d'elle.

Nous voudrions remercier **Mme Ouahchia C** qui nous a honorés d'avoir accepté de présider les jurys, nous remercions également **Mme Tobal Seghir S**

D'avoir accepté d'examiner ce travail

Nous n'oublions pas de remercier tout le membre de l'équipe du laboratoire d'hygiène et en particulier **Mr Teffahi Djamel** qui nous a beaucoup approvisionné en milieux et réactifs nécessaires, et de ne nous avoir jamais privé de son savoir

Nous remercions **Mr Kadi Mourad** pour son aide précieuse et sa présence à nos côtés lors de la collecte d'échantillons dans l'oued.

Nous remercions l'ensemble des enseignants pour tous ce qu'ils nous ont appris

Et enfin un grand merci à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.



Dédicace

Grace à dieu le tout puissant qui m'a aidé a traversé cette belle aventure universitaire, couronnée par un mémoire de fin d'étude.

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

À mes chers parents

Pour leurs amours, leurs soutiens et leurs encouragements et pour tous les sacrifices, pour lesquels que vous avez consentis dans ma vie et toute au long de mon parcours, si je suis arrivée là, c'est bien grâce à vous. Que dieu vous donne longue vie et vous protège pour moi

À mes chères sœurs Halima, Lina et Amel

À mes frères Oussama et Nouredin

Qui sont ma joie dans ma vie, ma vie ne serait pas aussi magique sans vos présences et votre amour.

À mon oncle Mohamed je t'aime de tout mon cœur

À ma meilleur copine Roumaïssa une source de rire et de bonheur

À toute la famille

À toute mes amies et mes collègues Sarah et Sabrina pour les émotions et les sentiments partagés qui ont donné un charme à notre travail

A tous mes professeurs dans tous les cycles de ma scolarité qui m'ont éclairé la vie du savoir

Marwa 



Dédicace

Louange à Dieu seul,

Ce modeste travail est dédié spécialement

*A ma chère maman **Nassima**, ma raison de vivre, en témoignage de ma reconnaissance pour sa patience, son amour et ses sacrifices.*

*À mon cher papa **Mourad** pour son amour et son dévouement.*

« A vous, mes parents, je dis merci d'avoir fait de moi celui que je suis aujourd'hui.

Aucune dédicace ne pourra exprimer mes respects, mes considérations et ma grande admiration pour vous. Puisse ce travail vous témoigne mon affection et mon profond amour »

*A mes chères sœurs **Nadjia** et **Feriel**, et à mon petit frère d'amour **Mohamed Yacine**, qui je le sais, ma réussite est très importante à leurs yeux. Que Dieu vous garde pour moi.*

« À vous, mes princesses et mon prince je souhaite une vie pleine de bonheur, de joie et de réussite »

*À mes amis **Selma** et **Aya**, mes enseignants, mes binômes **Sarah** et **Marwa***

Et pour ceux qui m'ont donné de l'aide un jour, que Dieu vous paye pour tous vos bienfaits.

Pour finir, à tous ceux que j'aime et qui m'aiment, je dédie ce mémoire

Sabrina 



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 :

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

À ma mère Khîra , 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,

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

A mes chers frère Abd El fatah, Mohamed, je vous souhaite à tous plein de joie et de bonheur

À ma chère sœur Amîna et son mari qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.

À ma petite sœur Assil qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille

À ma chère nièce Elyane

Tout le succès et le bonheur dans ta vie. Avec tout mon amour.

À mon adorable amie Rania pour votre encouragement, votre aide et surtout votre présence dans les moments Les plus difficiles.

À ma fidèle amie Somia pour chaque moment, chaque instant, chaque sourire, chaque aventure ensemble, que dieu réalise vos rêves

À tous mes chers amis Ilhame , Chaïma, Randa Inès Roumaïssa Salima Wissem et à mes collègues Sabrina et Marwa pour tous les moments inoubliables surtout durant le travail pratique et la période de prélèvement.

Sarah



Liste des tableaux

N° de tableau	Titre	Page
I	Différentes origines possibles de pollution des eaux	4
II	Les paramètres physicochimiques influençant la qualité des eaux d'oueds	6
III	Caractéristiques des coliformes totaux et fécaux.	8
IV	Les principales bactéries pathogènes.	9
V	Résultats des coliformes totaux $\times 10^3$ CT/ 100 ml	30
VI	Résultats de dénombrement des coliformes fécaux $\times 10^3$ CT/ 100 ml	31
VII	Résultats des streptocoques fécaux $\times 10^3$ SF/100ml	33
VIII	Résultats de rapport CF/SF dans l'Oued Chiffa et l'Oued Beni Azza	35
IX	Résultats de dénombrement des spores des ASR	35
X	Résultats des tests de catalase et d'oxydase	38
XI	Résultats de l'identification biochimiques	38
XII	Répartition des bactéries pathogènes isolées à partir de l'Oued Chiffa sur les sites 1 et 2	39
XIII	Les bactéries pathogènes isolées à partir de l'Oued Beni Azza sur les sites 1 et 2	40
XIII	Résultats des champignons	41

Liste des figures

N° de figure	Titre	Page
1	Présentation de la zone d'étude	14
2	Carte topographique de la zone d'étude : localisation et vue satellitaire	15
3	Présentation de la zone d'étude	15
4	Technique d'ensemencement	21
5	Aspect macroscopique des colonies	21
6	Recherche et aspect macroscopique de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	22
7	Résultat d'une catalase positive et négative	23
8	Méthodes d'identification du candida pathogènes	24
9	Histogramme des Variations de la température de l'eau d'Oued Chiffa (à gauche) et Oued Beni Azza (à droite) en rouge la température du jour (2024).	26
10	Histogramme des Variations de potentiel d'hydrogène de l'eau d'Oued de Chiffa et Beni Azza (2024)	27
11	Histogramme des Variations de conductivité de l'eau d'Oued de Chiffa et Beni Azza (2024).	28
12	Histogramme des Variations d'oxygène dissous de l'eau des deux Oued Chiffa et Beni Azza	29
13	Résultats de test présumptif d'oued Chiffa site 1 (O1S1) et Beni Azza site 1 (O251) dans le mois avril 2024	31
14	Test confirmatif à 44°C confirme la présence d'Escherichia Coli	32
15	Résultats de test présumptif d'Oued Beni Azza site 1 dans le mois de Avril 2024	34
16	Résultats des ASR dans la 4eme prélèvements d'Oued Chiffa	36
17	Résultats des ASR dans la 4eme prélèvements d'Oued Beni Azza	36
18	Souche 1 : Colonies de couleur Jaune orangé, larges, lisses, brillantes avec un aspect Œuf sur plat sur milieu héktoen.	37

19	Souche 2 : Colonies de couleur jaune orange : Muqueuses, larges, bombées et luisantes sur héktoen	37
20	Souche 3 : colonies jaune saumon à centre noir sur Hkteen	37
21	Souche 4 : colonies muqueuses, lisse et bombés	37
22	Souche 5 : colonies vertes et muqueuse sur cétrimide	37
23	Absence des colonies d'espèce <i>Vibrio cholera</i>	41
24	Absence des colonies du genre salmonella	41
25	Résultats de l'étude de 1 antibiorésistance des souches d' <i>Escherichia coli</i>	42
26	Zone d'inhibition d'une souche d' <i>Escherichia coli</i> par les antibiotique testés (Photo originale, 2024)	43
27	Résultats de l'étude de l'antibiorésistance des souches de <i>Klebsiella pneumoniae</i>	43
28	Zone d'inhibition d'une souche <i>Klebsiella pneumoniae</i> par les antibiotique testés (Photo originale, 2024)	44
29	Résultats de l'étude de l'antibiorésistance des souches de <i>Citrobacter freundii</i>	44
30	Zone d'inhibition d'une souche <i>Citrobacter freundii</i> par les antibiotique testés	45
31	Résultats de l'étude de l'antibiorésistance des souches de <i>Klebsiella oxytoca</i>	45
32	Zone d'inhibition d'une souche <i>Klebsiella oxytoca</i> par les antibiotique testés (Photo originale, 2024)	46
33	Résultats de l'étude de l'antibiorésistance des souches de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	47
34	Zone d'inhibition d'une souche <i>Pseudomonas aeruginosa</i> par les antibiotique testés (Photo originale, 2024)	48

Listes des abréviations

AMC : Amoxicilline + Acide clavulanique

AX : Amoxicilline

AK : Amikacine

ATM : Aztréonam

AMP : Ampicilline

BCPL : Bouillon lactosé au pourpre de bromocrèsol

BGN : Bacilles Gram Négatif

BGT : Bouillon glucosé tamponné

C : Chloramphénicol

CAZ : Ceftazidime

CCA : La gélose chromogène pour bactéries coliformes

CE : Conductivité électrique

CF : Coliformes Fécaux

CIP : Ciprofloxacine

COT : Ceftrimoxazole

CTX : Céfotaxime

CT : Coliformes Totaux

CZ : Céfazoline

D/C : Double Concentration

EPA : Eau Peptoné Alcaline

EBLSE : Les entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre élargi

ETP : Ertapénème

FEP : Céfépime

FOX : Cèfoxitine

GEN : Gentamicine

GNAP : Nombre le plus probable

H₂O₂ : Peroxyde d'Hydrogène

IMP : L'imipénèm

LE : Levofloxacin

MF : Mac Farland

MTH : Maladies à Transmission Hydrique

MH : Mueller-Hinton

NA : Acide nalidixique

ONA : L'office National de l'Assainissement

OMS : Organisation Mondiale de la santé

PRL : Pipèracilline

S/C : Simple Concentration

SFB : Bouillon sélénite -cystéine

SARM : Staphylococcus aureus Résistant à la Meticilline

TCC : Ticarcilline + Acide clavulinique

TI : Ticarcilline

TOB : Tobramycine

UFC : Unité formant colonie

VF : Viande Foie

Résumé

Notre étude a pour objectif d'évaluer la qualité des eaux de deux oueds (Chiffa et Beni Azza) situés à la willaya de Blida.

Un total de seize échantillons d'eau a été prélevé à partir de deux sites dans chaque oued. Les analyses physico-chimiques effectuées sont les suivantes : la température, le pH, la conductivité électrique et l'oxygène dissous, les résultats indiquent que la qualité de l'eau des deux oueds varie de bonne à moyenne.

L'étude bactériologique a montré la présence des bactéries indicatrice de contamination fécale ancienne d'origine animale plus importante dans l'oued de Beni Azza par rapport à Chiffa avec une absence totale des bactéries du genre *salmonella* et *Vibrio*, on a noté également la présence des Entérobactéries et des *Pseudomonas aeruginosa*, l'établissement du profil d'antibiorésistance a permis de déterminer une forte résistance des entérobactéries vis-à-vis la famille des bêta-lactamines. Concernant les souches de *Pseudomonas aeruginosa*, présentaient une résistance pour les antibiotiques Ticarcilline, Pépiracilline, Aztréoname et Imipénème.

Cette étude a également révélé la présence de divers champignons, notamment *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium* et *Candida albicans*.

Mots clés : Oued Chiffa, Oued Beni Azza, Qualité, Physicochimiques, Bactériologiques, Résistance

Abstract

The aim of our study is to assess the water quality of two wadis (Chiffa and Beni Azza) located in the willaya of Blida.

A total of sixteen water samples were taken from two sites in each wadi, the following physico-chemical analyses carried out: temperature, pH, electrical conductivity and dissolved oxygen. The results indicate that the water quality of the two wadis varies from good to average.

The bacteriological study showed the presence of bacteria indicative of ancient faecal contamination of animal origin to be greater in the Beni Azza wadi than in Chiffa, with a total absence of bacteria of the *Salmonella* and *Vibrio* genera, but the presence of Enterobacteriaceae and *Pseudomonas aeruginosa* was noted.

Antibiotic resistance profiling revealed a high level of resistance in enterobacteria to the beta-lactam family. *Pseudomonas aeruginosa* strains showed resistance to the antibiotics Ticarcillin, Pefloxacin, Aztreonam and Imipenem.

The study also revealed the presence of various fungi, including *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium* and *Candida albicans*.

Key words: Oued Chiffa, Oued Beni Azza, Quality, Physicochemical, Bacteriological, Resistance

الملخص

الهدف من دراستنا هو تقييم نوعية المياه في واديين (الشفة و بني عزة) في ولاية البليدة
تم أخذ ستة عشر عينة مياه من موقعين في كل وادي، وتم إجراء التحاليل الفيزيائية الكيميائية التالية: درجة الحرارة، الأس الهيدروجيني، الموصلية الكهربائية والأكسجين المذاب. تشير النتائج إلى أن نوعية المياه في الواديين تتراوح بين الجيدة والمتوسطة.

أظهرت الدراسة البكتريولوجية وجود بكتيريا تدل على وجود تلوث برازي قديم من أصل حيواني أكبر في وادي بني عزة مقارنة بوادي الشفة، مع غياب تام لبكتيريا السالمونيلا والفيبريو، ولكن لوحظ وجود بعض البكتيريا المعوية المخمرة مثل الإشريكية القولونية والكلبسيلا الرئوية والستروباكتري فروندي وبكتيريا غير مخمرة (الزائفة الزنجارية)، كشف تحديد خصائص مقاومة المضادات الحيوية عن وجود مستوى عالٍ من المقاومة بين البكتيريا المعوية لعائلة البيتا لاكتام. أظهرت سلالات الزائفة الزنجارية الزنجارية مقاومة للمضادات الحيوية تيكارسيلين وبيبيراسيلين وأزترونام وإيموبينيم.

كما كشفت هذه الدراسة أيضًا عن وجود فطريات مختلفة، لا سيما فطر أسبرجيلوس نيجر وأسبرجيلوس فوميجاتوس وأسبرجيلوس فلافوس وفوزاريوم ومبيضات البوكان.

الكلمات المفتاحية : وادي الشفة، وادي بني عزة، الجودة، الفيزيائية الكيميائية، البكتريولوجية، المقاومة

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

ملخص

Page

INTRODUCTION1

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : I. GENERALITE SUR LES EAUX

I.1 Généralité sur les eaux de surface3

I.1.1 Définition des eaux de oueds.....3

I.2 Pollution.....4

I.2.1 L'origine de la pollution.....4

I.2.2 Impact et conséquences de la pollution de oueds.....5

I.3 Qualité physique des eaux d'oued6

CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES DES EAUX OUEDS

II.1 Germes indicateurs de contamination fécales.....8

II.2 Bactéries pathogènes9

II.3 Champignons aquatiques.....10

CHAPITRE III : RESISTANCE AUX ANTIBIOTIQUES ET CONTAMINATION DES EAUX PAR LES BACTERIES MULTIRESISTANTES

III.1 Résistance aux antibiotiques.....	12
III.2 Types de l'antibiorésistance.....	12
III.3 Contamination des eaux par les bactéries multirésistances.....	13

PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODES

I.1 Matériel.....	14
I.2 Méthodes.....	14
I.2.1 Localisation géographique des deux oueds Chiffa et Beni Azza	14
I.2.2 Technique de prélèvements et d'analyses.....	15
I.2.3 Transport et conservation des échantillons.....	16
I.3 Méthode d'analyse physico-chimique	16
I.3.1 La température	16
I.3.2 Potentiel d'hydrogène (pH)	16
I.3.3 Conductivité Électrique	17
I.3.4 Oxygène dissous	17
I.4 Méthode d'analyse microbiologique	17
I.4.1 Recherche et dénombrement des bactéries indicatrices de contamination fécale.....	17
✚ Recherche et dénombrement des Coliformes	17
✚ Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.....	18
✚ Recherche et dénombrement des spores des Anaérobies Sulfite – Réducteurs.....	19
I.4.2 Recherche des <i>Salmonelles et vibrions cholériques</i>	20
I.4.3 Isolement des Entérobactéries.....	21
I.4.5 Recherche des <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	22
I.5 Tests d'orientation rapide.....	22

I.5.1 Teste de catalase	22
I.5.2 Teste d'oxydase	23
I.6 Identification biochimique des bactéries.....	23
I.6.1 Galerie biochimique miniaturisé (Api 20E).....	23
I.6.2 Galerie Api 20NE.....	23
I.7 Recherche des champignons.....	24
I.8 L'antibiogramme standard en milieu gélosé : méthode des disques.....	25

RESULTATS ET DISCUSSION

II RESULTATS ET DISCUSSION.....	26
II.1 RESULTATS DES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUE.....	26
II.1.1 La température.....	26
II.1.2 Potentiel Hydrogène (pH).....	27
II.1.3 Conductivité Électrique (CE).....	28
II.1.4 L'oxygène dissous.....	29
II.2 RESULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUE.....	30
II.2.2 Recherche et dénombrement des germes de contamination fécale.....	30
1.Recherche et dénombrement des coliformes	30
✚ Les coliformes totaux (CT).....	30
✚ Les coliformes fécaux (CF).....	31
2. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux (SF).....	33
✚ Origine de contamination.....	34
3. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)....	35
II.2.3 Identification des colonies bactériennes.....	36
✚ Tests d'orientation rapide.....	37
➤ Tests de catalase et d'oxydase.....	37
✚ Identification biochimique.....	38

II.2.4 Distribution des bactéries pathogènes selon l’oued et le site.....	39
II.2.5 Résultats des champignons.....	41
✚ Isolement.....	41
✚ Identification fongique.....	42
II.2.6 Profil d’antibiorésistance.....	42
1. <i>Les entérobactéries</i>	42
➤ <i>Escherichia coli</i>	42
➤ <i>Klebsiella pneumoniae</i>	43
➤ <i>Citrobacter freundii</i>	44
➤ <i>Klebsiella oxytoca</i>	45
2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	47
Conclusion	49

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

L'eau est un élément indispensable pour la vie et pour le développement socioéconomique réel et durable d'un pays (**Belghiti et al.,2013**).

Les écosystèmes aquatiques sont le siège de phénomènes chimiques, physiques et biologiques, et apparaissent comme une source limitée et fragile menacée par les atteintes à l'environnement. Ils occupent donc une place primordiale sur notre planète, Ils jouent des rôles essentiels dans la conservation de la biodiversité, dans le fonctionnement des organismes et dans le cycle de matière organique (**Oertli et al.,2013**).

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés, l'utilisation intensive des engrais chimiques dans l'agriculture ainsi que l'exploitation désordonnée des ressources. Les activités agricoles, minières et industrielles de l'homme moderne génèrent des déchets chargés en éléments polluants. L'accumulation de ces éléments dans les formations superficielles en teneurs élevées, entraine automatiquement grâce aux phénomènes qui accompagnent l'infiltration des eaux de pluie et superficielles (**Reggam et al.,2015**).

Les Oueds de Blida sont devenus des véritables dépotoirs surtout oued Chiffa et Beni Azza, en ce sens ils charrient toutes sortes de rejets liquides et solides. Ceci a eu pour incidence une dégradation de la qualité des eaux (**Benkaid et H.,2021**).

Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la crise globale de l'environnement. En effet à la différence de divers phénomènes de pollution qui ne constituent qu'une menace potentielle susceptible d'affecter à l'avenir les activités humaines, la crise de l'eau sévit déjà depuis longtemps et avec une gravité sans cesse accru, affectant aussi bien les pays industrialisés que ceux de Tiers-Monde (**Nguefack et al.,2018**).

La dégradation de la qualité des milieux aquatiques, l'explosion démographique et l'urbanisation anarchique, ont favorisé depuis les années 1980, l'éclosion de multiples foyers de maladies à transmission hydrique qui déterminent souvent d'importantes flambées épidémiques estivo-autonales. (**Gueye et al.,2023**).

La pollution de l'eau peut exercer des effets différés dans le temps et lointains dans l'espace, induisant ainsi une nuisance pour les écosystèmes aquatiques (**Anctil,2016**).

L'OMS (2014) estime que l'eau sale est à l'origine de 9,1% des maladies et de 6% des décès enregistrés chaque année dans le monde.

Face à ce constat alarmant, il est crucial d'agir. Le contrôle de la qualité de l'eau est indispensable pour protéger la santé publique et préserver l'environnement (**Aouissi, 2010**). C'est dans ce cadre que notre étude s'inscrit, en proposant une analyse approfondie de la pollution bactérienne dans les eaux des oueds Chiffa et Beni Azza, dans la wilaya de Blida.

L'objectif de cette étude est de :

- Évaluer la qualité physico-chimique
- Évaluer la qualité bactériologique par détermination de degré de leur contamination fécale.
- Rechercher et identifier le maximum des souches bactériennes présentes dans ces eaux.
- Étudier la résistance aux antibiotiques des souches isolées afin de déterminer la présence ou non des bactéries antibiorésistantes.
- Rechercher et identification des champignons aquatiques

Synthèse bibliographique

I. GENERALITE SUR LES EAUX

I.1 Généralité sur les eaux de surface

La Terre est souvent appelée la "planète bleue" en raison de sa couverture d'eau qui représente 71% de sa surface. Malgré son caractère ordinaire, l'eau est inodore, incolore et insipide (Tridi, 2020).

Toute l'eau sur terre se divise essentiellement en deux catégories, la majeure partie est représentée par des eaux salées (97%), tandis que seulement (3%) des ressources sont des eaux douces. Plus des deux tiers de ces derniers existent sous forme de glace dans les glaciers et les calottes polaires (Belhadj, 2017).

Les eaux continentales de surface sont divisées par les chercheurs en deux grandes familles, d'une part les eaux courantes, d'autre part les eaux stagnantes (Dussart, 1992, Angelier, 2000) selon :

- Le degré de modification :
 - **Eaux de surface naturelles** : issues naturellement de la terre, sans intervention humaine.
 - **Eaux de surface artificielles** : créées par l'homme, telles que les plans d'eau artificiels.
 - **Eaux de surface modifiées** : résultant de modifications des sources naturelles d'eau, telles que des changements dans le cours des rivières pour le transport de l'eau ou des altérations dues à des activités humaines telles que la pollution ou la diminution du niveau des eaux (Antoine Decrouy, 2022).
- Leur mouvement :
 - **Eaux lenticques** : statiques, sans mouvement apparent, telles que les lacs.
 - **Eaux lotiques** : dynamiques, avec une direction de flux, comme la rivière (Antoine Decrouy, 2022).

I.1.1 Définition des eaux de oueds

Les eaux d'oueds sont celles qui circulent ou sont stockées à la surface des continents. Ces eaux se distinguent par une surface d'échange eau-atmosphère presque immobile, une

profondeur parfois importante et un temps de séjour significatif. Elles sont souvent utilisées dans les régions à forte densité de population ou très industrialisées (**Ayachi et al., 2019**).

Leur composition chimique est influencée par la nature des terrains traversés tout au long de leur parcours dans les bassins versants. Au fil du cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains. De plus, grâce aux échanges à la surface entre l'eau et l'atmosphère, ainsi qu'à l'activité métabolique des organismes aquatiques, l'eau se charge en gaz dissous tels que l'oxygène, l'azote et le dioxyde de carbone. En conséquence, leur qualité peut varier selon les régions et les saisons (**Sari, 2014**). Effectivement, peuvent transporter des microorganismes et des polluants chimiques (**Festy et al., 2003**), ce qui rend rarement ces eaux potables sans aucun traitement. Il est nécessaire de les filtrer, désinfecter et surveiller correctement pour garantir leur sécurité (**Khettaf, 2018**).

I.2 Pollution

La pollution se définit comme la dégradation de l'environnement due à l'introduction de substances qui ne sont pas naturellement présentes dans l'air, l'eau ou le sol. Elle perturbe les écosystèmes et peut entraîner la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter aux changements. La pollution de l'eau englobe toute altération chimique, physique ou biologique de sa qualité ayant un impact néfaste sur les organismes qui en dépendent. (**Chekirou et al., 2017**).

I.2.1 Origine de la pollution des eaux

Tableau I : Différentes origines possibles de pollution des eaux

L'origine de la pollution	
Pollution Agricole	-Des produits chimiques tels que les pesticides, les insecticides, le désherbant, des engrais azotés. -Les déchets issus de l'élevage et les engrais minéraux (Benayache, 2014).
Pollution Domestique	-Germe fécaux, fortes teneurs en matières organiques. - Sels minéraux tels que l'azote et le phosphore, détergents (Gaujous, 1995).

Tableau I : Différentes origines possibles de pollution des eaux (suite)

Pollution Industrielle	-Matière organique et graisses provenant de l'industrie agro-alimentaire - Acides, bases et produits chimiques provenant des industries chimiques - Matières radioactives provenant des centrales nucléaires, des centres de recherche - Métaux lourds issus du traitement de surface et de la métallurgie (Herbert, 2000).
Pollution urbaine	-Une concentration élevée de particules minérales en suspension, comme le sable, le gravier - Une abondance de débris solides. - Des niveaux élevés de substances toxiques et d'hydrocarbures (Benchabane, 2015).
Pollution liée au phénomène naturel	-Éruption volcanique -Un déversement sous-marin d'hydrocarbures, -Le contact avec des filons géologiques renfermant des métaux ou de l'arsenic -La présence de sources thermales minérales (Khattab et al., 2017).
Pollution thermique	-L'augmentation de la température de l'eau réduit la teneur en oxygène - Augmente la vitesse de réactivité (Touati laid, 2021).

I.2.2 Impact et conséquences de la pollution des eaux d'oueds

La pollution et la contamination des eaux peuvent générer diverses conséquences :

- ✓ L'absence totale d'oxygène dans l'eau, avec des répercussions graves sur la vie aquatique **(Mezerdi, 2020).**
- ✓ L'exposition à des produits chimiques toxiques, tels que le plomb, le mercure et les pesticides **(Mezerdi, 2020).**

- ✓ Danger pour certaines espèces marines (**Patrick TRIPLET, 2015**).
- ✓ Bioconcentration (un phénomène d'absorption par les êtres vivants des substances naturellement présentes dans leur environnement ou introduites par la pollution) (**Patrick TRIPLET, 2015**).
- ✓ Maladie à transmission hydrique. Le terme maladie à transmission hydrique "MTH" englobe un large éventail de pathologies d'origine bactérienne, parasitaire ou virale, ayant en commun le mode de contamination : l'eau. Ce sont des maladies d'origine fécale, souvent épidémiques, caractérisées principalement par des symptômes digestifs tels que la diarrhée et les vomissements. Elles demeurent très répandues et représentent toujours une menace dans les pays pauvres, avec un taux de mortalité particulièrement élevé, notamment parmi les jeunes enfants (**Adam, G, 2014**).

I.3 Qualité physico-chimiques des eaux d'oueds

La qualité des eaux de surface est caractérisée par les diverses substances qu'elles contiennent, leur quantité et leur effet sur les écosystèmes aquatiques et la santé humaine. Ces substances peuvent être soit d'origine naturelle, soit découler de la présence humaine (eaux usées) ou des activités industrielles et agricoles (**Oumhani, et al., 2023**).

La qualité physico-chimique des eaux des oueds est menacée par plusieurs facteurs, notamment les rejets domestiques et industriels, les activités agricoles et l'urbanisation. (**Benabdallah et al., 2023**)

Tableau II : Les paramètres physicochimiques influençant la qualité des eaux d'oueds

Paramètres physicochimiques	
Température	▪ Facteur écologique primordial pour les écosystèmes aquatiques. ▪ 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 et de la présence d'une grande masse. (Reggam, 2015)

Tableau II : Les paramètres physicochimiques influençant la qualité des eaux d'oueds (suite)

Potentiel d'hydrogène	▪ Influence la biodisponibilité des ions métalliques dissous dans l'eau. ▪ Un pH bas peut les rendre plus solubles et donc plus toxiques pour les organismes aquatiques. À l'inverse, un pH élevé peut les rendre moins solubles et donc moins assimilables. ▪ Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7.5 et 9 (Métahri, 2012).
Turbidité	▪ La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques. Celle-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (Ghazali D et Zaid A, 2013).
La conductivité	▪ La propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (Métahri, 2012).
Oxygène dissous	▪ Dans les eaux de surface, l'oxygène dissous provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques, varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. ▪ Une faible teneur en oxygène dissous provoque une augmentation de la solubilité des éléments toxiques qui se libèrent des sédiments (Rodier et al., 2009).

II. CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES DES EAUX OUEDS

II.1 Germes indicateurs de contamination fécales

- **Coliformes**

Les coliformes sont définis comme des bactéries en forme de bacilles, à Gram négatif, aéro-anaérobie facultatifs, non sporulées, qui fermentent le lactose avec production de gaz en 48 heures à 37°C. La plupart des coliformes appartiennent aux groupes des bactéries entériques qui comprennent : *Escherichia coli*, un habituel du tractus digestif, ainsi que *Klebsiella pneumoniae*, moins fréquent du tube digestif et pathogène (Madigan et Martinko.,2007).

On distingue deux groupes de coliformes : totaux et fécaux.

Tableau III : Caractéristiques des coliformes totaux et fécaux.

Coliformes totaux (CT)	Coliformes fécaux (CF)
▪ Existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels (sols, végétation, eaux naturelles) (Abdi et al., 2014). ▪ Possèdent l'enzyme β-galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 37°C afin de produire des colonies rouges sur un milieu bien approprié.	▪ Appelés « coliformes thermotolérants » ▪ Capable de produire l'indole à partir du tryptophane à 44°C (DELARRAS, 2010).

- **Streptocoques fécaux**

Les *Streptococcus* ce sont des Cocci à Gram positif, sphériques ou ovoïdes, disposés en paires pour former des diplocoques et pouvant se présenter sous forme de chainettes parfois longues, ils ne sporulent pas (Avril et al, 1992).

D'après Emmanuel ,2003 et Avril et al., 1992, le terme 'Streptocoques fécaux ' désigne les streptocoques ubiquistes généralement présents dans les fèces de l'homme et des animaux et qui

sont à l'origine de contamination des eaux et des aliments. Du point de vue taxonomique, ils appartiennent aux genres *Enterococcus* et *Streptococcus*.

- **Bactéries anaérobies sulfito-réducteurs**

Les bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR) sont des bacilles Gram positifs, strictement anaérobies et sporulés, se développant en 24 à 48 heures sur une gélose Viande Foie (VF) en donnant des colonies typiques réduisant du sulfite de sodium (Na_2SO_3), qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{+2} qui donne FeS (sulfure de fer) de couleur noir. Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne (**Labres et al., 2006**). Elles sont responsables des maladies graves telles que le botulisme et le tétanos, c'est pour cette raison la recherche de ces derniers est essentielle dans le cadre de la détermination qualitative de l'eau (**Rejsek, 2002**).

II.2 Bactéries pathogènes

Tableau IV : Les principaux bactéries pathogènes.

Salmonelles	▪ Les Salmonella famille des <i>Enterobacteriaceae</i> sont des bactéries à Gram négatif, anaérobies facultatifs ▪ Les Salmonella possèdent toutes les caractéristiques biochimiques, la fermentation du glucose et la production d'enzymes spécifiques. ▪ Elles sont généralement mobiles grâce à leurs flagelles péri triches (A Brisabois et al., 1997).
Genre vibrio	▪ Bacilles Gram négatif, généralement isolés, droits ou incurvés, parfois cocobacillaires. ▪ 1,5 à 3,0 μm. ▪ Mobiles par ciliature polaire, principalement monotriche. ▪ Métabolisme oxydo-fermentatif, fermentation du glucose sans gaz. ▪ Majorité des souches oxydase positive (Plesiomonas, 2016).

Tableau IV : Les principales bactéries pathogènes (suite).

<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	▪ Bacille à Gram négatif ▪ Aérobie stricte ▪ Métabolisme oxydatif ▪ Ubiquitaire dans l'environnement ▪ Saprophyte de l'eau, des sols humides et des végétaux (Floret et al., 2009). ▪ <i>P. aeruginosa</i> dénommé aussi « pyocyanique » est un bacille pigmenté (typiquement vert fluorescent grâce à deux pigments la pyoverdine et la pyocyanine ; ▪ Dimensions : 1 à 3 µm de longueur et 0,5 à 1 µm de largeur ▪ Mobile grâce à un flagelle polaire (Morand et Morand., 2017).
Les <i>Enterobacteriaceae</i>	▪ Bacilles à gram négatif ▪ Plus souvent courts (1 à 6 µm). ▪ Droits ▪ Immobiles ou mobile par une ciliature péritriche ▪ Culture aisée ▪ Aéro-anaérobies facultatifs. ▪ Fermentaires ▪ Oxydase négative ▪ Catalase positive (à l'exception de <i>Shigella dysenteriae</i> type 1) ▪ Nitrate réductase positive (rare exception chez <i>Erwinia</i>) ▪ Les Entérobactéries sont responsables de deux grands types de manifestation pathologie : une pathologie spécifique ou une pathologie opportuniste (Klebsiella, M et al., 2016) .

II.3 Champignons aquatiques

Les champignons aquatiques trouvés dans un oued sont souvent microscopiques et unicellulaires, formant l'hydromycoflore. Les principaux groupes de champignons aquatiques

rencontrés sont les chytrides, les ascomycètes et les basidiomycètes (**Czeczuga, 1995**). Deux groupes sont créés, le premier est représenté par les champignons marins dits obligatoires qui se développent, sporulent et se reproduisent uniquement dans un milieu marin, et le second, représenté par les champignons marins dits facultatifs, d'origine terrestre ou d'eau douce, qui sont capables de se développer, voire de sporuler en milieu marin. (**Jones et al., 2015**).

Le nombre estimé de champignons marins dépasse les 10000 espèces (**Jones, 2011**). De façon plus générale, de nombreux champignons présents dans les océans se retrouvent également dans des environnements terrestres, par exemple *Fusarium*, *Aspergillus*, *Trichoderma* ou *Penicillium* (**Amend et al., 2019**).

III. RESISTANCE AUX ANTIBIOTIQUES ET CONTAMINATION DES EAUX PAR LES BACTERIES MULTIRESISTANTES

III.1 Résistance aux antibiotiques

La résistance aux antibiotiques est un problème universel observé pour toutes les espèces bactériennes rencontrées chez l'Homme et lié à leur inéluctable évolution (**Lesne, J., et Baron, S. 2022**).

Selon la définition microbiologique, une souche est dite résistante lorsqu'elle se cultive en présence de concentration plus élevée en antibiotique comparativement à d'autres souches qui lui sont phylogénétiquement liées. Selon la définition clinique, une souche est qualifiée de résistante lorsqu'elle survit à la thérapie antibiotique mise en place (**Muylaert, A., et Mainil, J. 2013**).

De plus, on a observé l'apparition de multirésistances, ce qui signifiait qu'une bactérie pouvait être résistante à plusieurs familles d'antibiotiques en même temps. (**Sanders, P. et al. 2011**)

III.2 Types de l'antibiorésistance

- **Resistance naturelle :**

On parle de résistance naturelle lorsque toutes les souches d'une même espèce bactérienne sont résistantes à un antibiotique donné. Il s'agit en fait de bactéries qui sont insensibles au mode d'action de l'antibiotique et correspond à un ou plusieurs mécanismes de résistance innés, héréditaires et transmissibles (**François Denis et al., 2011**).

- **Resistance acquise :**

La résistance acquise se produit lorsqu'une ou plusieurs souches d'une espèce bactérienne, initialement sensible à un antibiotique, développent une résistance. Cette adaptation est souvent durable (**Baudry, Brezellec, 2006**).

Les mécanismes de cette adaptation peuvent résider dans des mutations génétiques de la bactérie ou dans l'acquisition d'un "plasmide", un élément génétique transportant des gènes de

résistance provenant d'autres bactéries. Cette dernière forme de résistance acquise est la plus fréquente, représentant plus de 80% des cas (Sylvie, 2009).

III.3 Contamination des eaux par les bactéries multirésistances

L'environnement aquatique est un vecteur naturel efficace de dissémination des bactéries résistantes aux antibiotiques, donc est un réservoir favorise le phénomène d'antibiorésistance et la diffusion des bactéries et l'échange de leurs gènes de résistance entre espèces différentes (Berthe, 2003).

Plusieurs études ont confirmé la présence de bactéries résistantes à plusieurs antibiotiques dans les écosystèmes aquatiques ; dans le cadre du programme Seine-aval, il a déjà été montré la présence d'*E. coli* multirésistantes aux antibiotiques dans les eaux de l'estuaire de la Seine (Koenraad et al., 1994)

Dans les années 1990, la grande majorité des bactéries multirésistantes aux antibiotiques était représentée par les *Staphylococcus aureus* résistants à la méticilline (SARM) et les entérobactéries (essentiellement appartenant à l'espèce *Klebsiella pneumoniae*) productrices de β -lactamases à spectre étendu (EBLSE) (Drieux-Rouzet et Jarlier, 2014)

Dans des eaux potables, Leclerc et al., 1996, montrent dans le Pas-de-Calais que 100% des *Aeromonas hydrophila* et 88% des *Klebsiella pneumoniae* résistent à l'ampicilline.

Partie expérimentale

Matériel et méthode

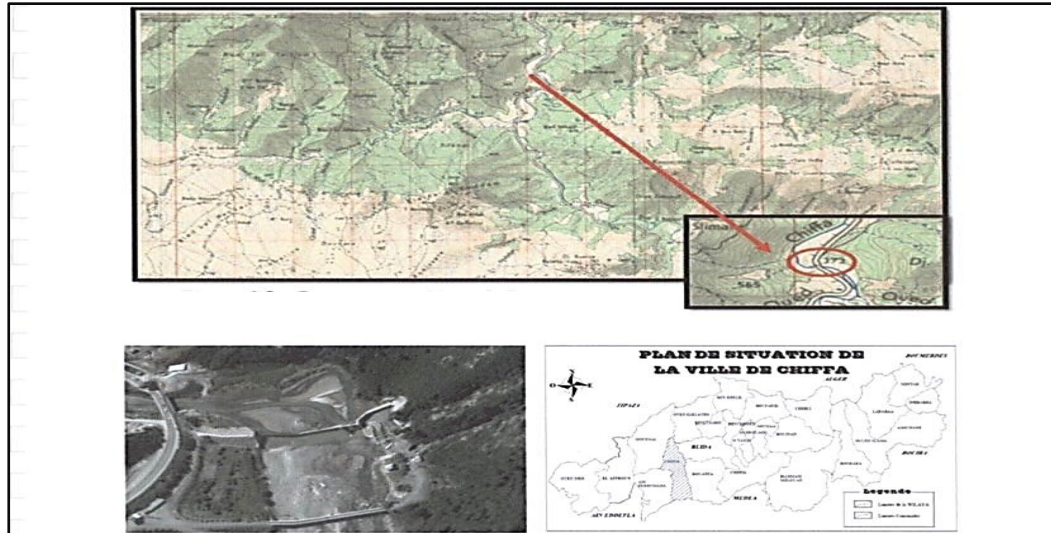


Figure 02 : Carte topographique de la zone d'étude : localisation et vue satellitaire

B. Oued Beni Azza

Oued Beni Azza se situe au nord de l'Algérie dans la wilaya de Blida. Il prend naissance sur les hauteurs de Chréa et traverse la wilaya de Blida au niveau des communes d'Ouled Yaich et de Beni Mered puis celle d'Ouled Alleug. Il se réunit avec l'oued Mazafran au niveau du lieu Magtaa Kheira et se déverse dans la mer Méditerranée après un parcours de 33,8 km (BENGHERBIA et *al.*,2014).

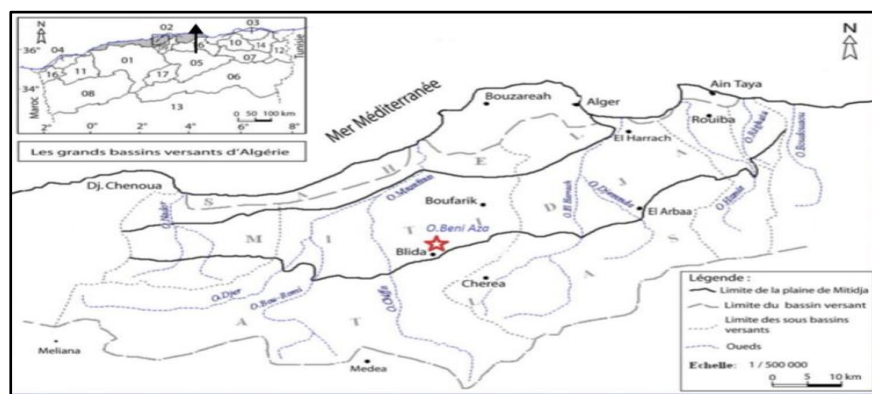


Figure 3 : Présentation de la zone d'étude (BENGHERBIA et *al.*,2014).

I.2.2 Technique de prélèvements et d'analyses

A. Mode de prélèvement

Au total, quatre prélèvements bimensuels d'une fréquence de 2 échantillons par site (oueds) ont été effectués.

Pour les analyses microbiologiques, des flacons en verre de 250ml (250 ml x4) stérilisés préalablement dans l'autoclave à 121°C puis bouchés pour une protection totale contre toute contamination ont été utilisées.

Dans les deux stations des deux Oueds, les flacons sont immergés en position vertical en le tenant par le fond, l'ouverture doit être légèrement plus haute que le fond et dirigé dans le sens contraire du courant. La température a été mesurée par le thermomètre in situ.

I.2.3 Transport et conservation des échantillons

Le transport des échantillons été effectué dans une glacière dont la température doit être comprise entre 4 à 6°C dans un délai ne dépassant pas 8 heures.

I.3 Méthodes d'analyse physico-chimiques

I.3.1 La température

La température de l'eau est un facteur écologique très important qui régit pratiquement la totalité des réactions physiques, chimiques et biologiques (**Boulaksaa et Laifa, 2020**). Dans cette étude, la température été mesurée in situ en utilisant un thermomètre (marque : Suavinex).

I.3.2 Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau, représentant la concentration en ions hydrogène (H_3O^+). L'échelle du pH va généralement de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) (**Boulaksaa et Laifa, 2020**).

Mode opératoire

- Allumer le pH mètre (marque : HACH sensION PH31) ;
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Prendre dans un petit bécher, la solution tampon pH=7 ;
- Régler l'agitation a faible vitesse ;
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH=7 ;
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à l'affichage du standard ;
- Affichage des résultats.

I.3.3 Conductivité Électrique (CE)

La conductivité représente l'un des moyens de valider les analyses physicochimiques de l'eau, (Kouassi et *al.*, 2011).

Mode opératoire

- Allumer le conductimètre (marque : HACH HQ430d flexi) et rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Prendre dans un petit bécher, la solution de L'eau analysé ;
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage de la constante de cellule ;
- Prendre environ 100 ml de l'eau analysé ;
- Tremper l'électrode avec les précautions habituelles dans le bécher ;
- Laisser stabiliser un moment, puis noter la valeur de la conductivité affichée ;
- Affichage des résultats ;
- Expression des résultats (Valeur de la conductivité électrique exprime par $\mu\text{S}/\text{cm}$).

I.3.4 Oxygène dissous :

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau, La teneur en oxygène est une indication importante pour la qualité de l'eau. Une bonne concentration en oxygène est essentielle pour la vie des plantes et des animaux aquatiques. Généralement 3 à 6 mg/l d'oxygène dissous est la dose létale et la quantité idéale est la valeur la plus élevée possible, c'est-à-dire la valeur de saturation (Ayad et Kahoul , 2016).

Mode opératoire :

- Allumer l'oxymètre (marque : HACH HQ430d flexi), et rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Puis prendre environ 100 ml d'eau à analyser ;
- Tremper l'électrode dans le bécher en a ;
- Laisser stabiliser un moment puis lire la concentration en mg/l ;
- Affichage des résultats ;

I.4 Méthode d'analyse microbiologique

I.4.1 Recherche et dénombrement des bactéries indicatrices de contamination fécale

Recherche et dénombrement des Coliformes

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

- **Test de présomption** : réservé à la recherche des coliformes totaux.

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

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham
- Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélangé le milieu et l'inoculum.
- **Incubation** : L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.
- **Lecture** : Sont considérés comme positifs 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 constitue le témoin de la fermentation de lactose présent dans le milieu)

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

- **Test de confirmation** : encore appelé test de Mac Kenzie réservé à la recherche des coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption. Ce test est basé sur la recherche de coliformes thermo-tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli* caractérisée par la production d'indole à partir du tryptophane à 44°C.

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement de coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage dans l'eau peptonée exempte d'indole ou du Schubert.

- **Incubation** : L'incubation se fait cette fois ci dans l'étuve à 44°C pendant 24 heures.
- **Lecture** : Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois.
 - Un dégagement gazeux et un anneau rouge en surface témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

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

Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

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

▪ Test de présomption

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

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu ROTHE D/C.
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C.
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

- **Incubation** : L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures
- **Lecture** : Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien.

▪ Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de ROTHE trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage dans des tubes contenant le milieu EVA-LITSKY.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

- **Incubation** : L'incubation se fait cette fois-ci à 37°C pendant 24 heures.
- **Lecture** : Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :
 - Trouble microbien
 - Pastille violette (blanchâtre) au Fond des tubes

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table NPP qui figure en (annexe II).

Recherche et dénombrement des spores des Anaérobies Sulfito – Réducteurs (ASR)

La recherche et le dénombrement des spores des ASR dans l'eau se fait par la méthode d'incorporation en gélose en tubes profonds (Rodier, 2009).

- Agiter soigneusement l'eau à analyser.
- Répartir à l'aide d'une pipette graduée stérile 25 ml d'eau dans des tubes stériles à raison de 5 ml par tube.
- Porter les tubes au bain-marie à 80 °C, pendant 10 min.
- Refroidir immédiatement à l'eau du robinet.

- Faire préalablement fondre 250 ml du milieu viande-foie, ajouter après refroidissement 12,5 ml de la solution de sulfite de sodium à 5%, et 2,5 ml de la solution d'alun de fer à 5%, mélanger sans faire des bulles.
- Couler la gélose viande-foie sulfitée, dans chacun des tubes contenant l'eau traitée.
- Remplir et mélanger doucement sans incorporer d'air.
- Laisser solidifier sur la paillasse
- Incuber à 37°C avec une première lecture à 24h puis 48h et 72h.
- Les colonies entourées d'un halo noir sont comptées comme susceptibles de provenir de bactéries anaérobies sporulées sulfito-réductrices (Voir Annexe I).

I.4.4 Recherche des *Salmonelles* et *Vibrions cholériques*

Salmonelles

La recherche des Salmonelles est réalisée en 4 étapes

1. Enrichissement primaire : on introduit 50 ml de l'eau à analyser dans 100 ml de bouillon du sélénite cystéine D/C. La solution obtenue est appelée SFB, Elle est incubée à 37 °C pendant 18 à 24h.
2. Enrichissement secondaire et Isolement : la solution SFB, incubée la veille pour effectuer le 2eme enrichissement sur le bouillon selenite-cyateine en tubes (solution SFBII) à raison de 1ml par tube et un isolement sur gélose Héктоen. L'incubation est réalisée à 37°C pendant 18 à 24 h.
3. Enrichissement tertiaire et Isolement : à partir du bouillon SFBII isolé sur gélose HéктоenII, prendre 1ml de SFBg et l'introduire dans un bouillon sélénite-cystéine (SFBm). L'incubation se fait donc à 37 °C pendant 18 à 24h.
4. **Lecture** : Sur gélose héктоen colonie transparente à centre noire

Vibrions cholériques

Les bactéries de genre vibron sont des bactéries rares dans l'environnement et de façon générale leur isolement se passe par un enrichissement afin d'augmenter la probabilité d'existence de la bactérie.

1. **Enrichissement** : A cet effet comme l'espèce *Vibrio cholerae* est une bactérie halotolérante et alcalinophile, ces caractères ont été utilisés pour la préparation de son

milieu d'enrichissement. Des échantillons d'eau ont été enrichis dans de l'eau peptonée alcaline hypersalée (à hauteur de 10% de l'échantillon) pendant 24h à 37 °C.

2. Isolement et identification : L'isolement a été effectué sur la gélose nutritive biliée alcaline (GNAB), puis incubés à 37°C pendant 24 heures.

Examen macroscopique : Sous forme de colonies rondes, transparentes, à bords réguliers (bris de verre) d'un diamètre de 2 mm

Examen microscopique : L'examen microscopique se termine par une coloration de Gram (**Annex II**), montrant les caractères morphologiques (Gram, bacilles fins incurvés)

I.4.5 Isolement des Entérobactéries

Avant l'ensemencement un enrichissement doit être réalisé sur le bouillon tamponné (BGT) incubé à 37°C/18 à 24h. Les boîtes de MacConkey et CCA sont ensemencées à l'aide d'une pipette pasteur stérile selon la méthode de quatre quadrants (Figure 4). Les boîtes seront incubées à 37°C/18 à 24h.

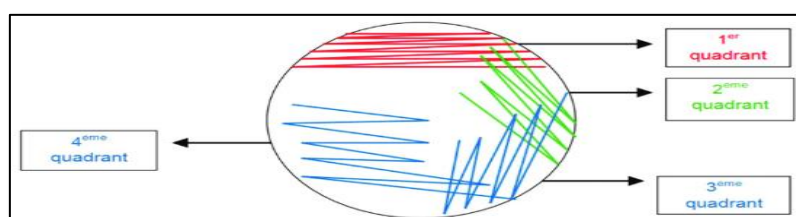


Figure 4 : Technique d'ensemencement (Pierre Verlhac, 2019).

Aspect macroscopique

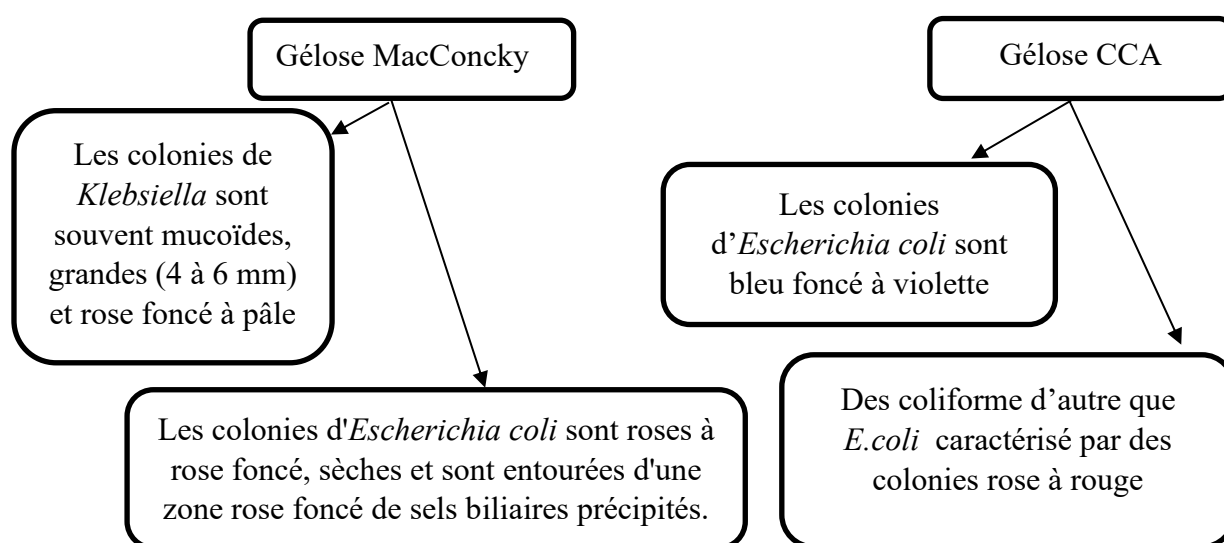


Figure 5 : Aspect macroscopique des colonies

I.4.6 Recherche des *Pseudomonas aeruginosa*

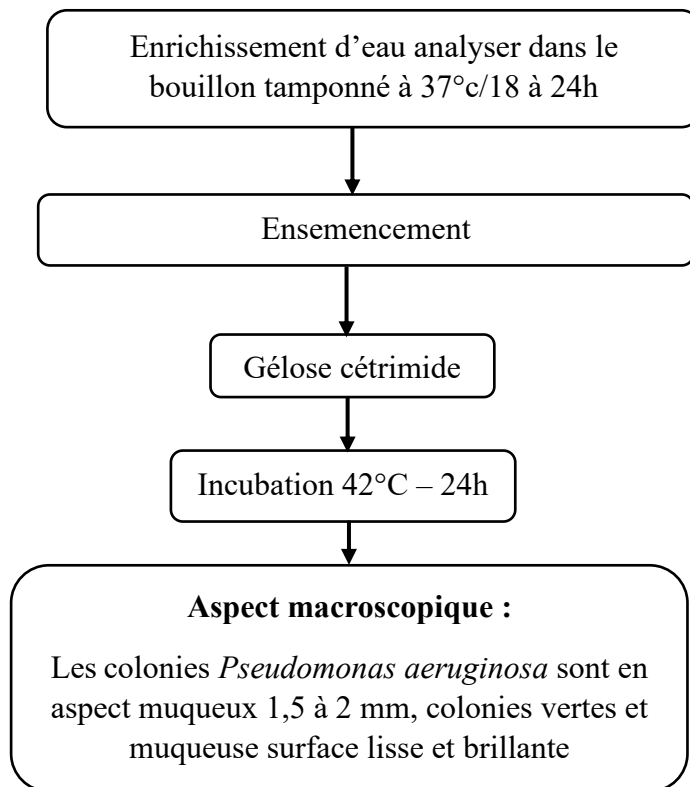


Figure 6 : Recherche et aspect macroscopique de *Pseudomonas aeruginosa*

I.5 Tests d'orientation rapide

I.5.1 Test de catalase

Pendant la respiration aérobie, certaines bactéries produisent du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂), celui-ci est très toxique et certaines bactéries sont capables de le dégrader grâce à des enzymes qu'elles synthétisent (Green et Goldman, 2021).

Catalase



Sur une lame propre on dépose, une à deux gouttes d'eau oxygénée, ensuite prendre une colonie isolée avec une pipette pasteur boutonnée et stérile et la déposer sur la lame.

- **Lecture : Catalase + :** dégagement de bulle d'O₂

Catalase - : absence de bulle d'O₂

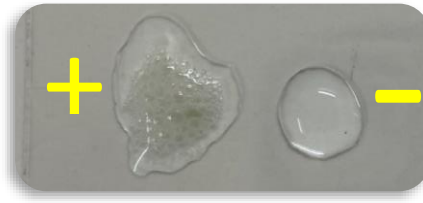


Figure 7 : Résultat d'une catalase positive et négative (photo originale, 2024)

I.5.2 Test d'oxydase

Appelé aussi phénylène diamine oxydase est un enzyme intervenant dans divers couples d'oxydo-réduction. Ce test est à la base de l'identification des bactéries Gram (–).

Placer un disque d'oxydase sur une lame propre et stérile. Déposer à l'aide d'une pipette Pasteur une goutte de suspension bactérienne pure sur " un disque oxydase", celui-ci contient de l'oxalate de diméthyl paraphénylène diamine. Les bactéries oxydase-positives donnent rapidement une coloration violette foncée ; dans le cas contraire, il n'y a pas de coloration (BOUSSENA,2020).

I.6 Identification biochimique des bactéries

I.6.1 Galerie biochimique miniaturisé (Api 20E)

Api 20E est un système standardisé pour l'identification des *Entérobactérianceae* et autres bacilles à Gram négatif, comprenant 21 tests biochimiques miniaturisés.

La galerie Api 20E seraensemencée en remplissant les microcupules par la suspension bactérienne à tester.

Pour les tests CIT, VP et GEL remplir tubes et cupules.

Pour les autres tests, remplir uniquement les tubes (et non les cupules).

Pour les tests : ADH, LDC, ODC, H₂S, URE créer une anaérobiose en remplissant leur cupule d'huile de vaseline. Refermer la boîte est incubée 24 heures à 37°C.

- **Lecture : Voir Annex III**

I.6.2 Galerie Api 20NE

Selon **BioMérieux**, API 20 NE est un système standardisé pour l'identification des bacilles à Gram négatif non entérobactéries et non fastidieux (ex : *Pseudomonas*, *Acinetobacter*,

Flavobacterium, *Moraxella*, *Vibrio*, *Aeromonas*, etc.) combinant 8 tests conventionnels, 12 tests d'assimilation, et une base de données (**Annex III**).

I.7 Recherche des champignons

Les champignons ont été isolé par la technique de râteau sur le Milieu Sabouraud + chloramphénicol sans actidione. Puis incubé à 25 C° pendant 3 à 5 jour.

○ Examen macroscopique

- Couleur au recto et verso
- Aspect de la colonie : relief (plane ou surélevée, plissée), surface (poudreuse, granuleuse, duveteuse ou floconneuse).
- Vitesse de pousse.

○ Examen microscopique

- Permet la mise en évidence de filaments mycéliens de "type aspergillaire", entre lame et lamelle (état frais ou après coloration par bleu lactique), les filaments mycéliens, apparaissent hyalins, cloisonnés, et parfois ramifiés.
- Rarement, des têtes aspergillaires peuvent être observées.

❖ Test de filamentation (tube germinatif)

Après l'apparition du *Candida* sur le Milieu Sabouraud + chloramphénicol sans actidione, mettre une colonie dans un tube contenant 0.5ml de plasma (sérum sanguin humain) et incubé 3h à 37°C.

À l'aide d'une pipette pasteur une goutte est observée au microscope, progressivement x40 ou x100, l'apparition d'un tube germinatif donc la présence du *Candida albicans* (Figure 26).

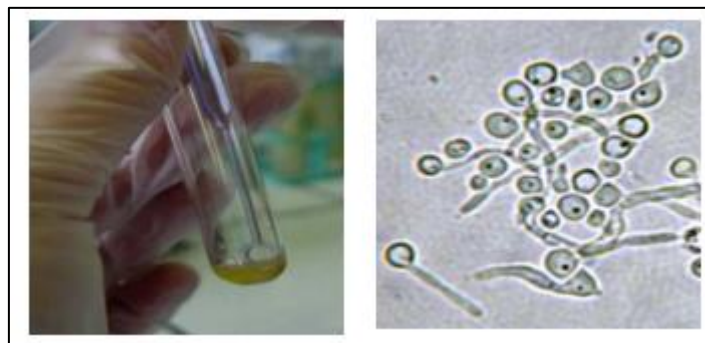


Figure 8 : Méthodes d'identification du candida pathogènes (Benmezdad,2015)

I.8 Antibiogramme standard en milieu gélosé : méthode des disques

Selon la **CLSI**, l'**EUCAST** et la standardisation Algérienne, **2020**, l'antibiogramme est un test *in vitro*, qui a pour but de mettre en évidence les effets des antibiotiques sur les bactéries isolées.

○ Préparation de l'inoculum

- Prélever au moins trois colonies de la bactérie jeune et émulsionner dans 5 ml de l'eau physiologique stérile, hémogénie, la charge bactérienne est 0.5 MF.
- L'ensemencement se fait par la méthode de Kirby-Bauer par écouvillonnage.
- Plonger un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne et laisser s'imbiber.
- Le sortir du tube en l'essorant doucement sur la paroi.
- Ensemencé sur toute la surface de la gélose MH par stries serrés en trois fois, en faisant tourné la boîte de 60° à chaque fois afin d'assurer une distribution uniforme. Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose afin d'éliminer l'excès d'humidité.
- Application des disques d'antibiotique sur la surface du milieu ensemencé stérilement à l'aide d'une pince préalablement flambée et en appliquant une légère pression lors du dépôt et ne pas déplacer une fois mis. Les disques sont généralement espacés de 2 à 3 cm.
- Incubation à 37°C pendant 18h.

○ Lecture

Pour chaque antibiotique mesurer le diamètre de la zone d'inhibition à l'aide d'un pied à coulisse ou une règle au revers de la gélose, et reporter cette mesure sur l'échelle de concordance correspondante et indiquer si la bactérie est sensible, intermédiaire ou résistante (**Annex IV**).

Résultats et discussion

II RESULTATS ET DISCUSSION

Cette étude a été réalisée au niveau du laboratoire d'hygiène de la wilaya de Blida et l'Office National de l'Assainissement (l'ONA) durant une période de 3 mois ; allant du février jusqu'au 6 Mai 2024. 16 échantillons ont été réalisés dans deux oueds (Chiffa et Beni Azza) à partir de deux sites à raison de 4 prélèvements par oued et site.

II.1 RESULTATS DES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUE

II.1.1 La température

Les résultats montrent dans l'eau d'oued chiffa, la température maximale enregistrée est 15 °C au niveau du site 1 et 2 pendant le mois d'Avril, le minimale est noté pour le site 1 et 2 avec une valeur de 13°C pendant les mois de Février, Mars et Avril. Et dans l'oued Beni Azza on observe que la température maximale a été enregistré durant le mois d'Avril 19°C, a l'inverse la valeur minimale 11°C qui a été notée pendant le mois de Février (Figure 28).

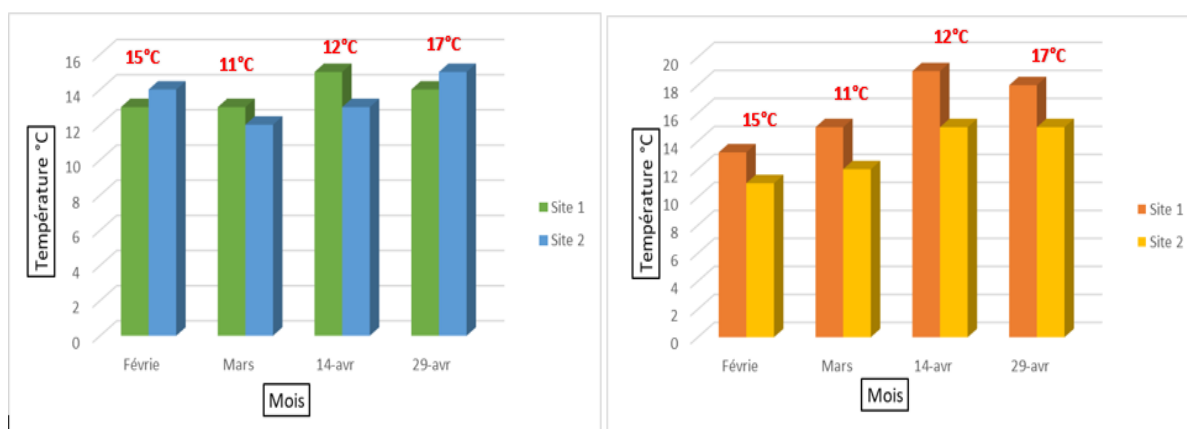


Figure 9 : Histogramme des Variations de la température de l'eau d'Oued Chiffa (à gauche) et Oued Beni Azza (à droite) en rouge la température du jour (2024).

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

D'après la grille d'appréciation de la qualité générale des eaux (Monod, 1989) (Annex IV Tab n° V) les eaux des oueds sont de qualité normal (Classe 1A).

Nos résultats sont proches aux valeurs de l'étude de (**Chedadi et al.,2023**) au niveau d'oued Fès (Maroc) qui ont marqués des valeurs de température de 11°C durant la période d'hiver, par contre les résultats sont inférieure aux valeurs de 30°C durant la saison d'été.

Également nos résultats obtenus sont différents aux valeurs de l'étude de (**Mouni et al., 2009**) au sein de l'oued Soummam (Algérie) qui ont révèlent que les valeurs de la températures enregistrées avoisinent de (23°C-28°C) du mois de juin et de juillet.

II.1.2 Potentiel Hydrogène (pH)

Selon la figure 30 on observe dans Oued Chiffa que la valeur du pH maximale a été enregistré durant le mois de Mars (7.98) au niveau de site 2. Le minimale été noté pour le site 1 avec une valeur de 7.69 pendant le mois d'Avril. Alors que dans Oued Beni Azza la valeur maximale a été enregistré durant le mois de Mars (8.03) au niveau de site1, par opposition le minimale été noté pour le site 2 avec une valeur de 7.48 pendant le mois d'Avril.

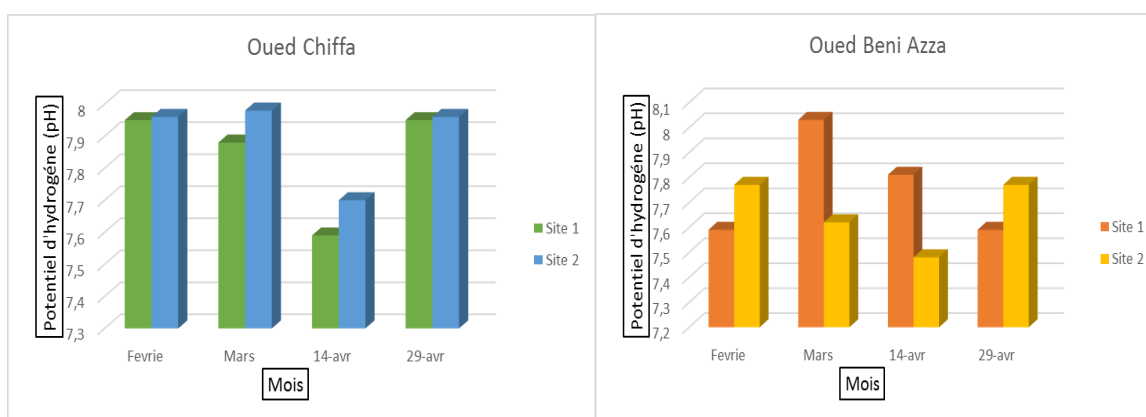


Figure 10 : Histogramme des Variations de potentiel d'hydrogène de l'eau d'Oued de Chiffa et Beni Azza (2024).

Le pH est un facteur dépendant des conditions naturelles du milieu, telle la couverture végétale et la nature des roches et du substrat pédologique et des activités humaines telle la pollution, il diminue en présence des teneurs élevées en matière organique et augmente en période d'été, lorsque l'évaporation est assez importante. (**Bekhouche et al.,2022**).

Selon **Benslimane (2002)** la qualité de l'eau dans les deux Oueds est de neutralité rapprochée pour l'ensemble des prélèvements (**Annex IV**).

Nos résultats du pH des deux oueds étudiés durant les 3 mois sont proches aux résultats de **(Chedadi et al, 2023)** au sein d'oued Fes (Maroc) avec des valeurs entre 6.5 et 8.5 pendant la saison d'hiver et d'été.

Nos valeurs du pH enregistrées des eaux d'oueds Chiffa et Beni Azza sont très proches des valeurs de l'étude **(Mouni et al., 2009)** au niveau de l'oued Soummam (Algérie) qui ont été estimées entre (7.74-8.75) et qui ont été mesurées à la saison d'été (juin-juillet).

II.1.3 Conductivité électriques (CE)

La figure 32 montre que la valeur de la conductivité maximale dans Oued Chiffa à été enregistré durant le mois de Février 452 UC /CM au niveau de site 2, par contre la valeur minimale été noté pour le site 1 avec une valeur de 417 US/CM pendant le mois d'Mars. Tandis que on remarque que la valeur maximale dans Oued Beni Azza a été enregistré durant le mois d'Avril 1664 UC /CM au niveau de site1, le minimale a été noté pour le site 2 avec une valeur de 337 US/CM pendant le mois d'Avril.

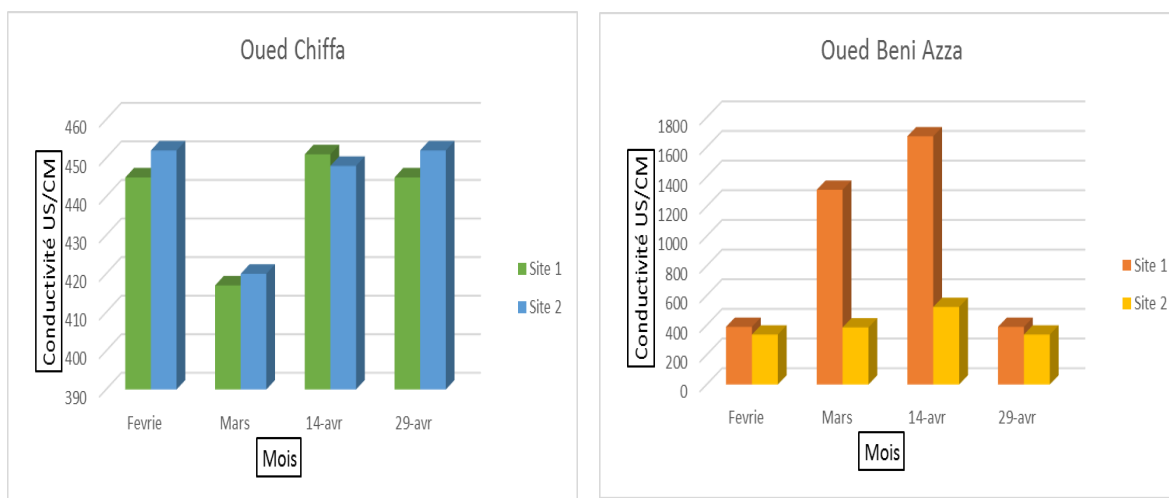


Figure 11 : Histogramme des Variations de CE de l'eau d'Oued de Chiffa (2024).

Les concentrations de la CE permet de donner des informations sur les matières solubles dans l'eau. Elle est liée à la concentration et la nature des substances dissoutes. Elle varie en fonction de la présence d'ions, de leur concentration, de leur mobilité et de la température de l'échantillon. En général, les sels minéraux sont de bons conducteurs par opposition à la matière

organique et colloïdale, qui conduit peu (Ngaram,2011). La CE dans les deux sites des deux oueds est de très bonne qualité Selon ABH (2009) (Voir Annex IV).

Nos résultats sont proches aux valeurs de (Chedadi, Amakdouf, Bernossi et al.,2023) au sein d'Oued Fès (Maroc)    indiquer les valeurs entre 314   s /cm et 1839   s /cm, par contre les résultats des sites d'Oueds Beni Azza et chiffa (Mars et Avril) sont inférieurs aux résultats de (Chedadi, Amakdouf, Bernossi et al.,2023).

Nos résultats de CE sont supérieure aux valeurs de l'étude (Mouni et al., 2009) de l'oued Soummam (Algérie) allant de 2.89 US/CM    16.33US/CM, d'autre part nos valeurs de deux oueds étudiés surpasse celle-ci de 417 US/CM jusqu'à 1664 US/CM.

II.1.4 L'oxygène dessous

D'après la figure 34 on observe que la valeur maximale de l'oxygène dissous dans Oued chiffa été enregistré durant le mois de Mars 10.60 Mg/L au niveau de site 2 et la valeur minimale été noté pour le site 1 avec une valeur de 9.28 MG/L pendant le mois d'Avril. Ainsi que la valeur maximale dans Oued Beni Azza été observée durant le mois d'Avril 9.90Mg/L au niveau de site 2. Le minimale a été noté pour le site 1 avec une valeur de 0.2Mg/L pendant le mois d'Avril.

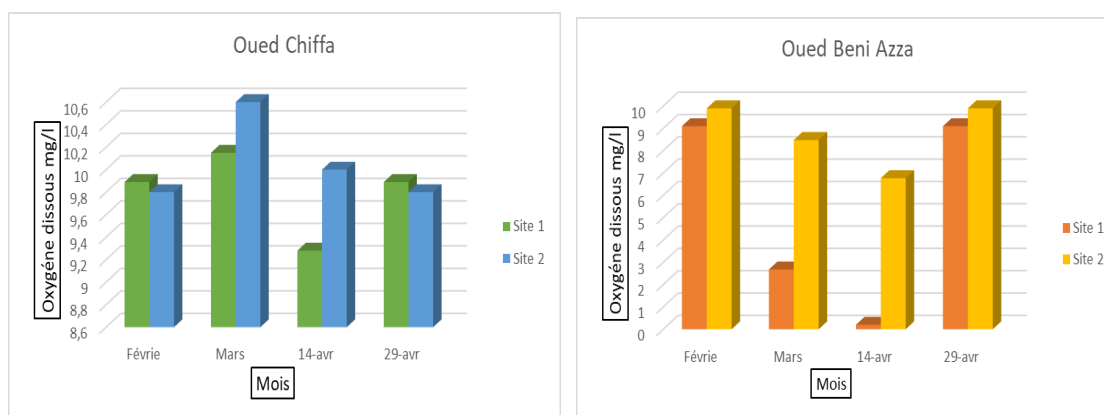


Figure 12 : Histogramme des Variations d'oxygène dissous de l'eau des deux Oued Chiffa et Beni Azza.

La concentration de l'oxygène est liée à la température de l'eau. En effet une eau froide contient une plus grande quantité d'oxygène dissous qu'une eau chaude (**Iounes et El Amrani, 2016**) et la nature de l'eau (site 1 stagnant, site 2 au courant).

D'après la grille d'évaluation (**Annex IV**), la qualité des eaux de deux oueds est excellente au niveau de site 2 et mauvaise au niveau de site 1.

Les résultats obtenus des eaux de deux oueds étudiés sont inférieurs aux résultats obtenus par (**Chedadi et al.,2023**) qui ont trouvé un intervalle de 6.33 mg/L à 11.25 mg/L dans les eaux de surface d'oued Fès (Maroc).

II.2 RESULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUE

II.2.2 Recherche et dénombrement des germes de contamination fécale

1.Recherche et dénombrement des coliformes

Les coliformes totaux (CT)

Les résultats de dénombrement des coliformes totaux sont présentés dans le tableau V et la figure 36.

Tableau V : Résultats des coliformes totaux $\times 10^3$ CT/ 100 ml

	Germe	CT	
	Date de prélèvements / Site	Site 1	Site 2
Oued Chiffa	26.02.2024	18	35
	10.03.2024	11	24
	14.04.2024	14	22
	29.04.2024	<1	<1
Oued Beni Azza	26.02.2024	160	160
	10.03.2024	92	92
	14.04.2024	54	92
	29.04.2024	35	54



Figure 13 : Résultats de test présomptif d’oued Chiffa site 1 (O1S1) et Beni Azza site 1 (O2S1) dans le mois avril 2024

Les résultats de dénombrement des CT dans l’Oued Beni Azza montre une valeur maximale de 160×10^3 CT/100 ml pendant le mois février dans les deux sites. En comparaison, les valeurs dans l’Oued Chiffa sont moins importantes où la valeur la plus élevée est de 35×10^3 CT/100ml pendant le mois février dans le site 2. Ces valeurs ne dépassent pas le seuil des normes adoptées par (JORA, 2011) qui est 50 000 UFC/100ml.

Le nombre des CT est un paramètre très important pour estimer le degré de pollution d’un écosystème aquatique et surtout pour déterminer l’origine de la contamination (Dellarras, 2003). La présence de coliformes totaux dans l’eau signifie qu’elle a récemment été contaminée par des matières fécales, provenant soit animal soit humain ou les deux à la fois (Mwanza et al., 2019).

✚ Les coliformes fécaux (CF)

Les résultats de dénombrement des coliformes fécaux sont présentés dans le tableau VI et la figure 37.

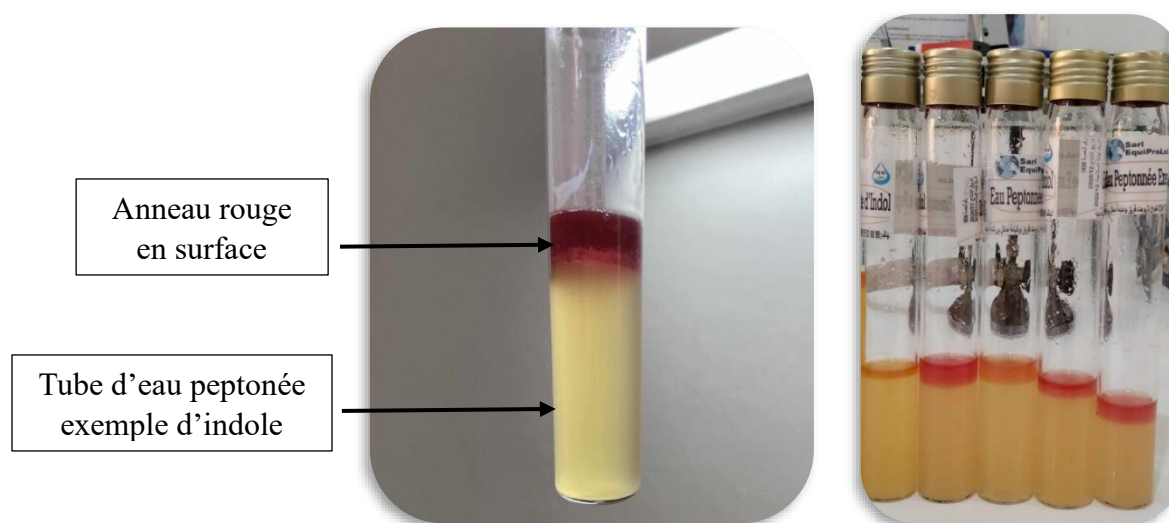
Tableau VI : Résultats de dénombrement des coliformes fécaux $\times 10^3$ CT/ 100 ml

	Germe	CF	
	Date de prélèvements / Site	Site 1	Site 2
Oued Chiffa	26.02.2024	<1	5
	10.03.2024	<1	<1
	14.04.2024	<1	<1

Tableau VI : Résultats de dénombrement des coliformes fécaux $\times 10^3$ CT/ 100 ml (suite)

	29.04.2024	<1	<1
Oued Beni Azza	26.02.2024	7	12
	10.03.2024	5	10
	14.04.2024	6	12
	29.04.2024	12	17

Selon le teste de confirmation, les CF sont représentés essentiellement par *Escherichia coli*, qui est le type de coliformes associé exclusivement aux habitats fécaux.


Figure 14 : Test confirmatif à 44°C confirme la présence d'*Escherichia Coli*

Il est observé que l'Oued Beni Azza affiche un niveau de contamination plus élevé avec une valeur maximale de 17×10^3 CF/100 ml pendant le mois d'avril, tandis que la dans l'Oued Chiffa est de 5×10^3 CF/100 ml pendant le mois février. Ce qui explique que le seuil des normes n'est pas dépassé, (JORA ,2011) qui est de 20 000UFC/100 ml.

Les résultats de notre étude sur les CF dans l'oued Beni Azza inférieures à celles rapportées dans l'étude de (Bengherbia, et al. 2014) qui sont trouvé des résultats supérieurs à 240×10^7 UFC/100ml.

Les résultats observés dans l’oued Beni Azza pendant le mois avril sont peut-être dû à 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. (Jacinta et al, 2007) ont noté dans leurs travaux que la qualité des eaux de surface souffre également de la présence de niveaux élevés en coliformes fécaux.

La détection de coliformes fécaux dans les deux oueds suggère une contamination récente par des matières fécales, probablement d'origine humaine ou animale, principalement dues aux effluents d'élevage, ainsi qu'aux déversements domestiques dans ce système hydrologique.

2. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux (SF)

La recherche des streptocoques fécaux est communément utilisée pour identifier une pollution d’origine fécale. Leur prolifération est due au déversement des matières organiques et des substances nutritives azotées (RODIER et al., 1984).

Le tableau VII et la figure 38 représente l’ensemble des résultats obtenus pour le dénombrement des streptocoque fécaux.

Tableau VII : Résultats des streptocoques fécaux $\times 10^3$ SF/100ml

	Germe	SF	
	Date de prélèvements / Site	Site 1	Site 2
Oued Cheffa	26.02.2024	13	18
	10.03.2024	14	24
	14.04.2024	8	12
	29.04.2024	2	3
Oued Beni Azza	26.02.2024	18	24
	10.03.2024	24	24
	14.04.2024	13	18
	29.04.2024	17	24



Figure 15 : Résultats de test présumptif d'Oued Beni Azza site 1 dans le mois de Avril 2024

Les résultats montrent que leur nombre est variable dans les deux oueds, les valeurs les plus élevées ont été enregistrées durant le mois Mars pour les deux oueds 24×10^3 SF/100ml. Ces concentrations  lev ees en streptocoques fécaux sont dues à la dessiccation et leur capacité à persister plus longtemps dans l'eau (GLEESON et GRAY, 1997).

Tandis que les valeurs les plus faibles dans le mois Avril 2×10^3 SF/100ml dans l'oued Chiffa et 13×10^3 SF/100ml pour l'oued Beni Azza. Ces résultats n'ont pas dépassé le seuil des normes avec des taux qui varie entre 2300 jusqu'à 6300 UFC/ml (JORA, 2011).

Les résultats observés dans notre étude sont inférieurs à ceux rapportés par (ABDELLIOUI et al 2013) sur Oued El Kebir Ouest (Skikda, Nord – Est algérien), où les valeurs maximales et minimales enregistrées étaient de 7500×10^3 CFU/ml et 31×10^3 CFU/ml, respectivement, au mois de mars. Aussi avec l'étude de (ADJEROUD et NAHAL, 2014) sur l'oued Messida (Kala), où les valeurs maximales et minimales étaient de 1400×10^3 CFU/100 ml et 40×10^3 CFU/100 ml, respectivement, pendant les mois de mars et avril.

+ Origine de contamination

Selon la classification adoptée par Borrego et Rom ro (1982) (Voir Annex V) et pour déterminer l'origine de contamination fécale on calcule le rapport CF/SF (Tableau VIII).

Tableau VIII : Résultats de rapport CF/SF dans l'Oued Chiffa et l'Oued Beni Azza

	Oued Chiffa		Oued Beni Azza	
	Site 1	Site2	Site1	Site2
1^{er} prélèvement	0,076	0,27	0,38	0,5
2^{eme} prélèvement	0,071	0,041	0,2	0,41
3^{eme} prélèvement	0,125	0,083	0,46	0,66
4^{eme} prélèvement	0,5	0,33	0,7	0,7

Dans ce cas, les résultats de rapport CF/SF sans inférieur à 0,7 donc la source de contamination est d'origine animal.

Ces résultats peuvent être interprété comme étant causé par la présence de déjections animales, notamment celles des oiseaux aquatiques et des animaux domestiques, ainsi que par l'afflux d'eau provenant de certains habitats, principalement près de l'oued Beni Azza.

3. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)

Les ASR sont d'origine fécale et indiquent une contamination ancienne à cause de la résistance de leurs spores contrairement aux formes végétatives (Georges *et al.*, 2002).

Les résultats de dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs sont résumés dans le tableau IX et les figures 39 et 40.

Tableau IX : Résultats de dénombrement des spores des ASR

	Oued Chiffa (10^2)		Oued Beni Azza (10^6)	
	Site 1	Site 2	Site 1	Site 2
1^{er} prélèvement	42	122	Indénombrable	Indénombrable
2^{eme} prélèvement	0	0	Indénombrable	Indénombrable
3^{eme} prélèvement	0	2	Indénombrable	Indénombrable
4^{eme} prélèvement	3	3	Indénombrable	Indénombrable

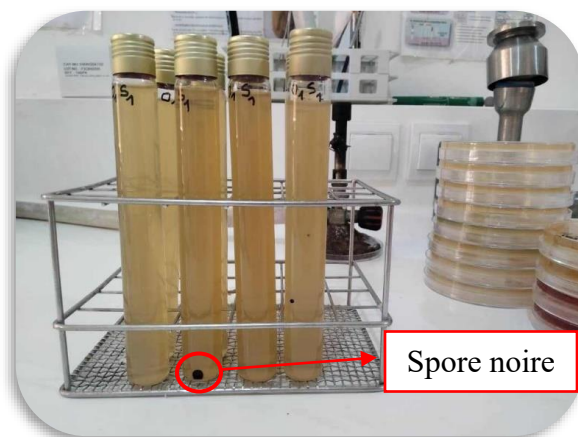


Figure 16 : Résultats des ASR dans la 4eme prélèvements d'Oued Chiffa



Figure 17 : Résultats des ASR dans la 4eme prélèvements d'Oued Beni Azza

Les résultats de la recherche et du dénombrement des ASR dans les eaux de l'oued Chiffa ont montré que le nombre de spores varie entre 0 à 122×10^2 spores /20 ml. En revanche, on note que pour les eaux d'oued Beni Azza est toujours indénombrables (**Tableau 9**).

Les résultats des ASR ne sont pas conformes à la norme de (**l'OMS ,2006**) et à celle du (**JORA,2011**) qui exigent une absence totale d'ASR.

Des investigations sur la qualité de l'eau de l'oued Beni Azza, réalisées par (**Safri et Salem, 2015**). Ont abouti à la découverte des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs avec des valeurs maximal 10×10^4 spores/20ml dans de site 1 et 18×10^4 spores/20ml pour le site 2.

II.2.3 Identification des colonies bactériennes

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 de nombreuses bactéries pathogènes qui peuvent être à l'origine des maladies à transmission hydrique. Ces bactéries sont souvent isolées avec des colonies assez importantes.

Deux étapes primordiales ont été suivies durant la recherche des germes pathogènes : l'observation macroscopique et microscopique des colonies isolées, les tests d'orientation rapide (catalase, oxydase) et l'identification biochimique (API20E et API 20NE). Les résultats sont résumés dans les tableaux et les figures ci-dessous

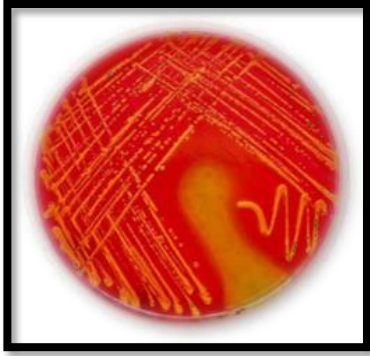


Figure 18 : Souche 1 : Colonies de couleur Jaune orangé, larges, lisses, brillantes avec un aspect Œuf sur plat sur milieu héktoen

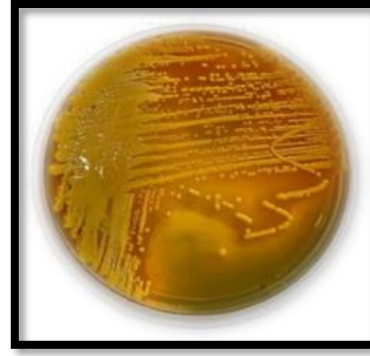


Figure 19 : Souche 2 : Colonies de couleur jaune orange : Muqueuses, larges, bombées et luisantes sur héktoen

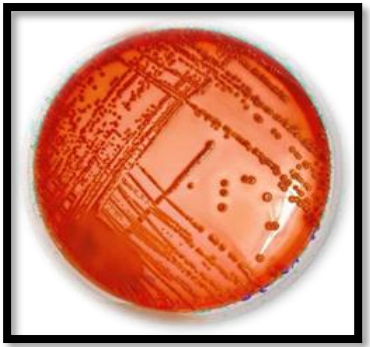


Figure 20 : Souche 3 : colonies jaune saumon à centre noir sur Héktoen

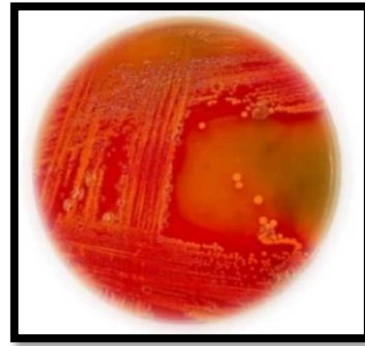


Figure 21 : Souche 4 : colonies muqueuses, lisse et bombés

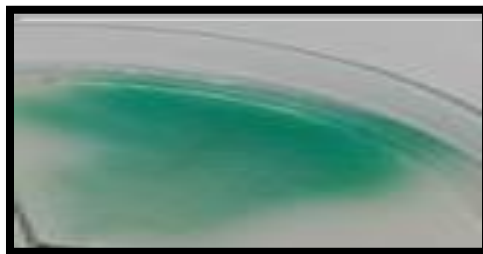


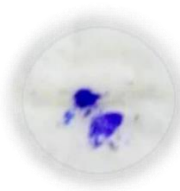
Figure 22 : Souche 5 : colonies vertes et muqueuse sur cétrimide

✚ Tests d'orientation rapide

➤ Tests de catalase et d'oxydase

Les résultats du test de catalase et d'oxydase sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau X : Résultats des tests de catalase et d'oxydase

	Catalase	Oxydase
Nombre de positif	41	10
Photos originales		

Identification biochimique

Tableau XI : Résultats de l'identification biochimique

La souche	Identification biochimique	L'espèce
Souche 1		<i>Escherichia coli</i>
Souche 2		<i>Klebsiella pneumoniae</i>
Souche 3		<i>Citrobacter freundii</i>
Souche 4		<i>Klebsiella oxytoca</i>
Souche 5		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>

II.2.4 Distribution des bactéries pathogènes selon l’oued et le site

Tableau XII : Répartition des bactéries pathogènes isolées à partir de l'Oued Chiffa sur les sites 1 et 2

		Germes pathogènes	
Oued	Nombre de prélèvements / Site	Site 1	Site 2
Chiffa	I	▪ <i>Escherichia coli</i> ▪ <i>Klebsiella oxytoca</i> ▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Citrobacter freundii</i>	▪ <i>Escherichia coli</i> ▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Citrobacter freundii</i> ▪ <i>Bacillus</i>
	II	▪ <i>Escherichia coli</i> ▪ <i>Klebsiella oxytoca</i> ▪ <i>Bacillus</i>	▪ <i>Escherichia coli</i> ▪ <i>Klebsiella oxytoca</i> ▪ <i>Bacillus</i> ▪ <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
	III	▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Klebsiella oxytoca</i> ▪ <i>Bacillus</i> ▪ <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
	IV	▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Pseudomonas aeruginosa</i>

Tableau XIII : Les bactéries pathogènes isolées à partir de l'Oued Beni Azza sur les sites 1 et 2

		Germes pathogenes	
Oued	Nombre de prélèvement / Site	Site 1	Site 2
Beni Azza	I	▪ <i>Escherichia coli</i> ▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Citrobacter freundii</i>	▪ <i>Escherichia coli</i> ▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
	II	▪ <i>Escherichia coli</i> ▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Bacillus</i>	▪ <i>Escherichia coli</i> ▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Bacillus</i>
	III	▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Klebsiella oxytoca</i> ▪ <i>Bacillus</i> ▪ <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Klebsiella oxytoca</i> ▪ <i>Bacillus</i> ▪ <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
	IV	▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	▪ <i>Klebsiella pneumoniae</i> ▪ <i>Pseudomonas aeruginosa</i>

Pour les bactéries du genre *salmonella* et pour l'espèce *Vibrio cholerae* les résultats laissent apparaître une absence totale dans tous les échantillons. Cette constatation est similaire à celle rapportée par (Bengherbia, et al. 2014) dans les eaux de Oued Beni Aza et par (Aboulkacem et al. 2007) dans les eaux des oueds Boufekrane et Ouislane et par (El-Addouli et al. 2009) dans les eaux de l'oued Bouishak (Maroc).

Sachant que l'absence des salmonelles peut être expliqué par une absence des conditions nécessaires pour le développement de ces germes (Bourgeois et al., 1996 et Plusquellec, 1991).



Figure 23 : Absence des colonies d'espèce *Vibrio cholera*



Figure 24 : Absence des colonies du genre *salmonella*

II.2.5 Résultats des champignons

✚ Isolement

À partir des échantillons d'eau d'oued 5 isolats de champignons filamenteux ont été obtenus (*Aspergillus nige*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Candida albicans* et *Fusarium*).

Tableau XIII : Résultats des champignons.

Champignons / Site	Oued Chiffa		Oued Beni Azza	
	Site 1	Site 2	Site 1	Site 2
<i>Aspergillus nige</i>	-	+	+	-
<i>Aspergillus fumigatus</i>	+	+	+	-
<i>Aspergillus flavus</i>	-	+	-	+
<i>Candida albicans</i>	-	-	+	+
<i>Fusarium</i>	-	+	-	-

Identification fongique :

L'aspect (recto et verso), la couleur, la température et la vitesse de pousse des souches fongiques isolées sont représentés dans l'Annex VI

II.2.6 Profil d'antibiorésistance

Au cours de cette étude, l'antibiogramme réalisé a été effectué sur chaque souche isolée afin de déterminer sa sensibilité et sa résistance vis-à-vis de divers antibiotiques selon la standardisation des tests de sensibilité aux antibiotiques à l'échelle nationale 8  me Edition 2020.

Les diamètres des zones d'inhibition mesurés ont été comparés aux diamètres critiques conformément aux normes.

1. Les entérobactéries

> *Escherichia coli*

Toutes les souches d'*Escherichia coli* ont été totalement sensibles à l'GEN, ETP, C, FEP et (87.5%)    CIP et COT. Cependant elles ont été faiblement sensibles à CTX (12.5%) et AMC (25%). Nous avons noté une résistance totale des souches à l'CZ.

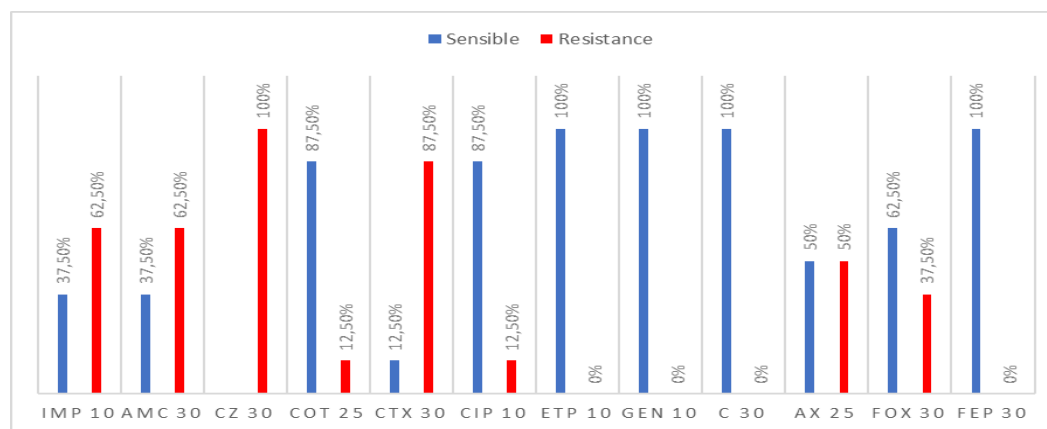


Figure 25 : Résultats de l'étude de l'antibiorésistance des souches d'*Escherichia coli*



Figure 26 : Zone d'inhibition d'une souche d'*Escherichia coli* par les antibiotique testés (Photo originale, 2024)

➤ *Klebsiella pneumoniae*

Une sensibilité totale de l'ensemble des souches isolées de *Klebsiella pneumoniae* a été notée vis-à-vis de l'FEP et du GEN et AK. Nous avons constaté une forte sensibilité (85,71%)   AMP et FOX et NA (64,29%)   COT et (57,1%)   CIP. Et une résistance totale à l'CZ et (57,1%)   AMC et AX.

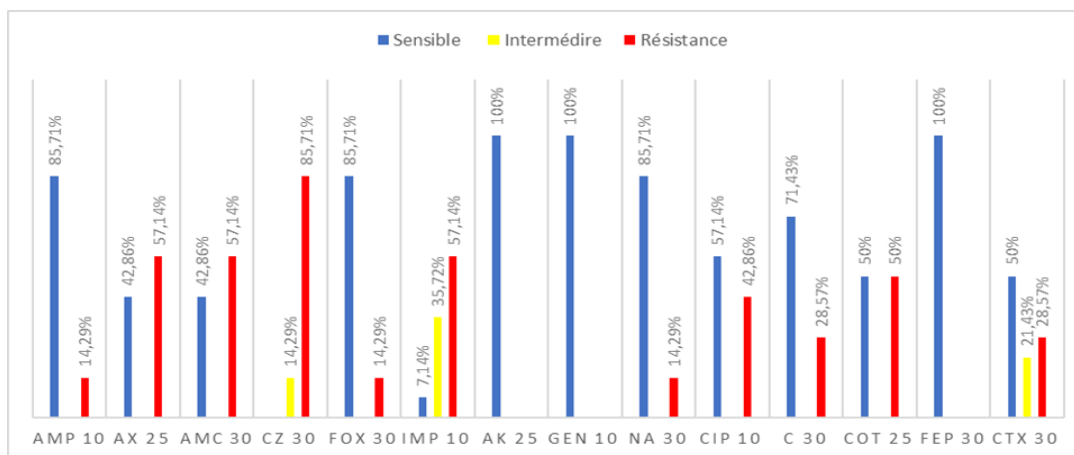


Figure 27 : Résultats de l'étude de l'antibiorésistance des souches de *Klebsiella pneumoniae*

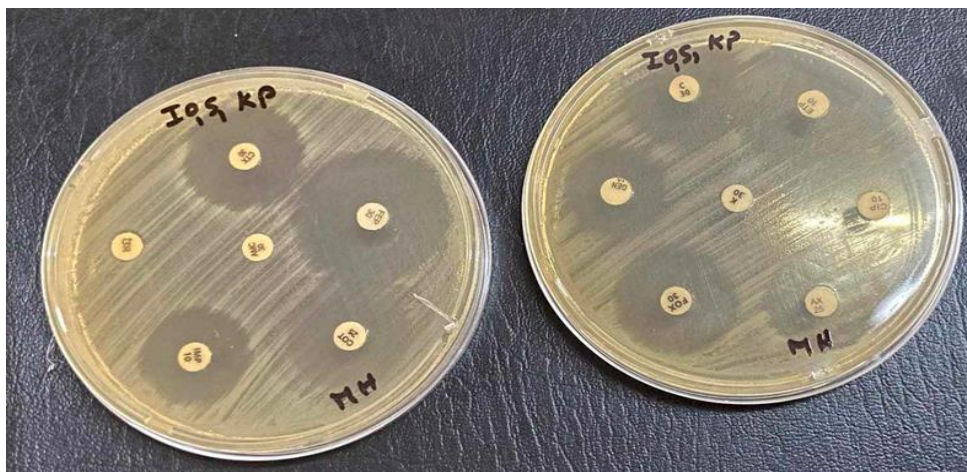


Figure 28 : Zone d'inhibition d'une souche *Klebsiella pneumoniae* par les antibiotique testés (Photo originale, 2024)

➤ *Citrobacter freundii*

L'étude de la résistance des souches de *Citrobacter freundii* aux différents antibiotiques a montré une résistance totale au CZ et taux de 66,66% aux IMP et AX et 33,34% au CTX. Et sont totalement sensible à GEN et taux de 66,66% aux FOX, FEP, ETP, COT, CIP, C et AMC.

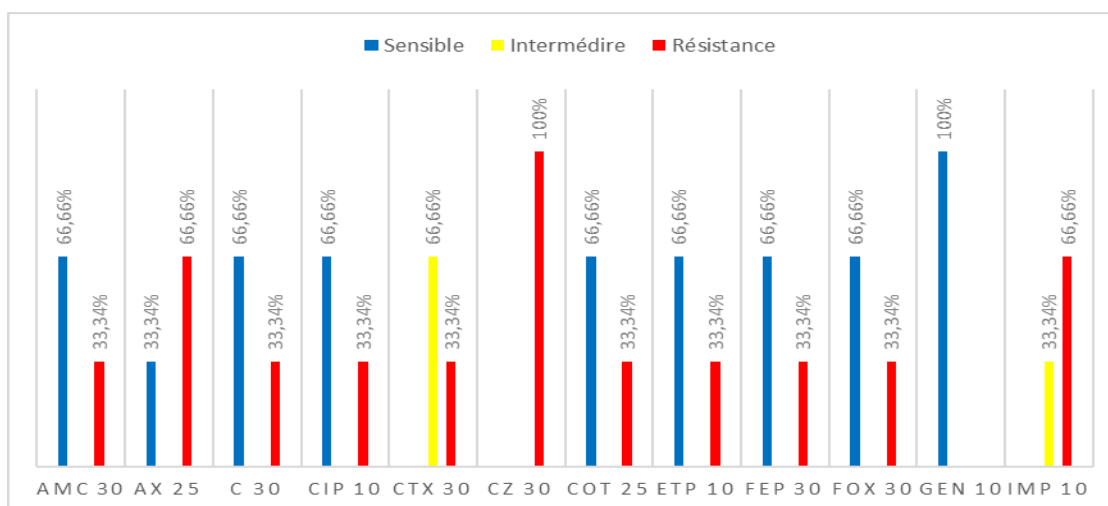


Figure 29 : Résultats de l'étude de l'antibiorésistance des souches de *Citrobacter freundii*



Figure 30 : Zone d'inhibition d'une souche *Citrobacter freundii* par les antibiotique testés
(Photo originale, 2024)

➤ *Klebsiella oxytoca*

Toutes les souches de *Klebsiella oxytoca* isolées ont montré une résistance totale au CZ et une résistance élevée vis-à-vis de FOX (83.33%), AMC et AX et CTX (66.67%). Par contre, nous avons constaté une forte sensibilité (100%)   GEN et (83,33%)   ETP et FEP et (66,67%)   COT, CIP, C et IMP.

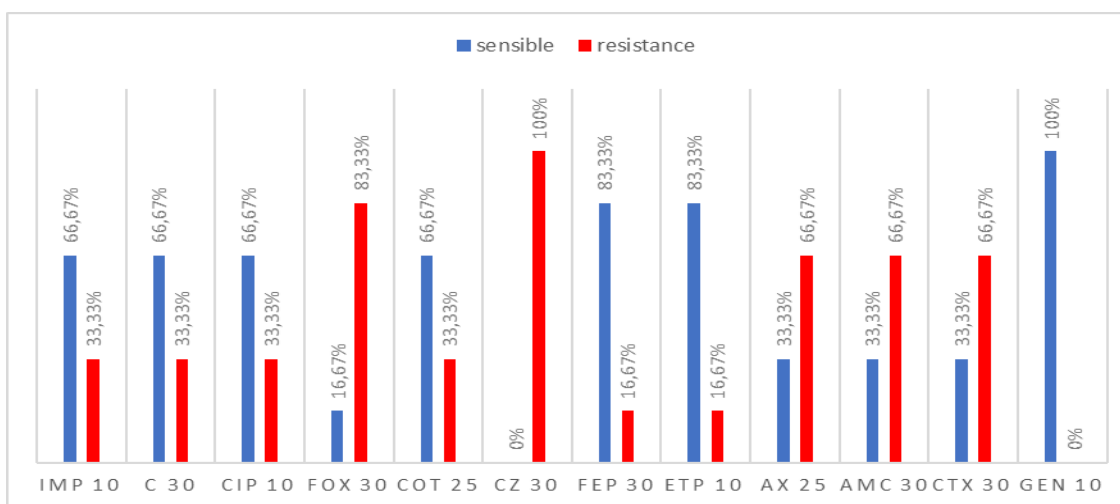


Figure 31 : Résultats de l'étude de l'antibiorésistance des souches de *Klebsiella oxytoca*



Figure 32 : Zone d'inhibition d'une souche *Klebsiella oxytoca* par les antibiotique testés (Photo originale, 2024)

La distribution des entérobactéries dans la nature est néanmoins plus large, puisqu'on les retrouve notamment chez les végétaux, dans l'environnement (sol et eau) et dans la flore digestive de l'homme et des animaux (Cristian et al., 2008).

La majorité des entérobactéries isolées sont résistante à la famille de B talactamine : Amoxicilline, Amoxicilline+acide clavulanique, Impicilline, Céfotaxime, Imipénème, C foxitine, Cefepime, Cefazoline. Cette résistance est expliquée par la production des β -lactamases qui est retrouvée chez de nombreuses entérobactéries (*Klebsiella*, *Escherichia*, *Citrobacter*) (Zogheib et al., 2005).

La résistance de certaines souches d'entérobactéries (*Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella oxytoca*)   la Chloramphénicol est due à la production d'une "chloramphénicol acétyltransférase" (Epaulard et Brion, 2009).

L'habitat de ces bactéries en milieu humide - eau, égouts - et sols riches en antibiotiques, lui confère des facteurs de résistance à plusieurs antibiotiques (Zogheib et al., 2005)

Certaines souches d'entérobactéries isolées sont sensibles à l'Imipénème et Ciprofloxacine, ces antibiotiques sont responsables respectivement de l'inhibition de la synthèse du peptidoglycane de la paroi, et l'inhibition de la synthèse de l'ADN (MOHAMMEDI,2017).

Les entérobactéries isolées sont totalement sensibles à l'antibiotique Gentamicine de la famille des aminosides. Son activité bactéricide, inhiber la synthèse des protéines, altérant ainsi la

perméabilité de la membrane cellulaire, entraînant la rupture progressive de l'enveloppe cellulaire puis éventuellement la mort de la cellule (Vidal,2016).

On peut dire que les résultats de notre étude pratiques montrent une haute similarité à celle rapportée par (ADJEROUD et NAHAL, 2014) sur l'Oued Messida (Nord-Est Algérie).

2. *Pseudomonas aeruginosa*

D'après la **figure 56**, nous remarquons que la résistance des souches de *Pseudomonas aeruginosa* variait selon l'antibiotique testé avec un taux de résistance de 40% pour TI, PRL, ATM et IMP, nous remarquons aussi une faible résistance des souches à la TCC, CAZ et LE (20%) et une sensibilité totale aux AK, GEN, TOB et CIP.

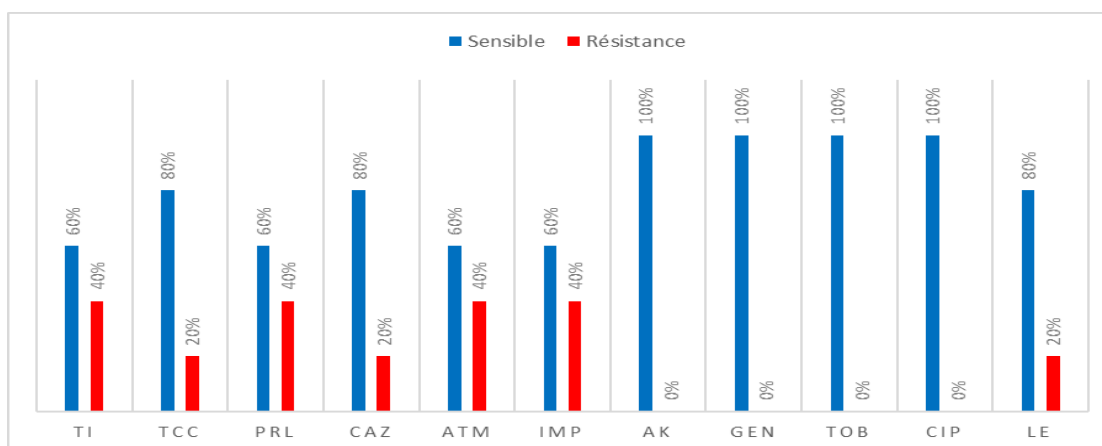


Figure 33 : Résultats de l'étude de l'antibiorésistance des souches de *Pseudomonas aeruginosa*



Figure 34 : Zone d'inhibition d'une souche *Pseudomonas aeruginosa* par les antibiotiques testés (Photo originale, 2024)

Dans l'étude réalisée par (ATTIA et SAYAD, 2012) sur l'eau d'Oued EL-Hout et l'Oued Messida (parc national d'EL Kala, W d'Ei Taref) déclare une absence totale de genre *Pseudomonas*.

Pseudomonas aeruginosa possède une résistance naturelle aux β -lactamines du fait de la faible perméabilité de leur membrane externe (Liazid, 2012). La bactérie produit β lactamase chromosomique inductible qui hydrolyse généralement et préférentiellement les céphalosporines de 1^{er} génération (Sougakoff et al., 2003).

Elle est aussi naturellement sensible à la Ticarcilline, Piperacilline et certaines céphalosporines (céftazidine), monobactames et quelques imipénèmes (Poirel et al., 2006). Cette bactérie peut acquérir la résistance bactérienne à un ATB. Celle-ci résulte d'une modification génétique ou de l'acquisition de matériel génétique étranger (Liazid, 2012).

Conclusion

L'appréciation de la qualité des eaux de surface se base sur la détermination de plusieurs paramètres, pour cela et pour le but de contribuer à la caractérisation des deux oueds Chiffa et Beni Azza dans la région de Blida, nous avons étudié leurs propriétés physico-chimiques, réalisé des analyses bactériologiques, établi des profils de résistance et recherché la présence de champignons.

L'étude des paramètres physico-chimiques effectuée in situ, a permis de dire que l'eau d'oued Chiffa et oued Beni azza est de bonne à moyenne qualité avec des résultats conformes aux normes pour tous les paramètres étudiés.

Les résultats des analyses bactériologiques se sont concentrés principalement sur la quantification des bactéries indicatrices de contamination fécale d'origine animal.

Les résultats des marqueurs de contamination fécale sont confirmés par la diversité microbiologique observée. Au cours de notre étude, nous avons identifié de nombreuses bactéries pathogènes résistantes aux antibiotiques dans un milieu aquatique naturel. Nous avons isolé 31 souches d'Entérobactéries ainsi que 10 souches de *Pseudomonas aeruginosa*.

L'établissement du profil d'antibiorésistance a permis de déterminer une forte résistance des entérobactéries vis-à-vis la famille des bêta-lactamines. Concernant les souches de *Pseudomonas aeruginosa*, elles présentaient une résistance pour les antibiotiques Ticarcilline, Pépircilline, Aztréoname et Imopénème.

Par ailleurs, cette étude a également révélé la présence de plusieurs champignons, notamment *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Candida albicans* et *Fusarium*.

L'évolution des divers paramètres observée au cours de la période d'étude met en évidence l'influence de multiples facteurs abiotiques tels que le climat, l'érosion, la nature et la porosité des sols, ainsi que des facteurs biotiques tels que la présence de micro-organismes et leurs activités métaboliques. Il est également important de considérer l'impact de l'activité humaine, notamment ses déchets, ses sources de pollution et ses rejets industriels, domestiques ou agricoles.

Enfin, Selon le cadre réglementaire des eaux d'alimentation, les résultats physico-chimiques et bactériologiques obtenus permettent de classer l'eau de ces deux oueds de qualité moyenne à mauvaise non-conformes pour la consommation humaine sans traitement préalable.

Étant donné les risques associés à la consommation d'eau de ces oueds, notamment les contaminations biologiques accidentelles, nous recommandons la mise en œuvre de mesures de sécurité telles que la chloration de l'eau. De plus, il est essentiel d'installer ou d'améliorer les stations d'épuration pour traiter les eaux usées domestiques et industrielles avant leur rejet dans les oueds. Ces eaux doivent être purifiées par filtration à travers des filtres appropriés, ainsi que par des processus de coagulation-floculation et de décantation.

Références bibliographiques

A

- **Angelier E. (2000)** Écologie des eaux courantes. Paris, Techniques et Documentation, 199 p.
- **Ayachi, 1., Yamoun N., (2019)** : Contribution à l'étude et l'évaluation de la qualité bactériologique des eaux de puits et de sources de la Wilaya de Constantine. Mémoire de master. Université des Frères Mentouri Constantine. 1-6-7-22-44p
- **Amend, AS Gladfelter, AS, James, TY (2019).** Champignons marins. Biologie actuelle, 29 (6), R191-R195.
- **Adam, G. (2014).** Les bactéries pathogènes d'origine hydrique de l'épidémiologie à la prévention : étude bibliographique.
- **Ayad, W., & Kahoul, M. (2016).** Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d'El-Harrouch (NE-Algérie) [Assessment of physico-chemical and bacteriological quality of Well water in the region of El-Harrouch (NE-Algeria)]. Journal of Materials and Environmental Science, 7, 1288-1297.
- **Abdi, S., MERZOUG, S., TABOUCHE, K., MAAZI, M. C., & HOUHAMDI, M. (2014).** Évaluation de la qualité bactériologique des eaux du complexe de guerbes-sanhadja (wilaya de Skikda-nord est Algérien). In 1er Séminaire National sur la Santé et Bio-Surveillance des Ecosystèmes Aquatiques.
- **Avril J.L. Dabernat H. Denis F. et Monteil H. (1992).** Bactériologie Clinique. Ellipses, 602p.
- **Ali Ahmed Benkaid, H. (2021).** De l'émeute au hirak en Algérie : quelles incidences politiques : le cas d'Alger et de Tizi Ouzou (Doctoral dissertation, Paris
- **Anctil, F. (2016).** L'eau et ses enjeux 2e édition. Presses de l'Université Laval.
- **Adjeroud Nadjat, N. M. (2014).** La Recherche des bactéries antibiorésistantes dans les eaux de surface : cas de l'oued Messida (Nord-Est Algérien).
- **Aboulkacem, A., Chahlaoui, A., Soulaymani, A., Rhazi-Filali, F., & Benali, D. (2007).** Etude comparative de la qualité bactériologique des eaux des oueds Boufekrane et Ouislane à la traversée de la ville de Meknès (Maroc). Rev. Microbiol. Ind. San. Environ, 1(1), 10-22.
- **ABDELLIOUI S, MERZOUG S, HOUHAMDI M (2013)** Qualité microbiologique d'un écosystème lotique. Cas de l'Oued El KebirOuest (Skikda, Nord – Est algérien).

- **Arab, A., et al. (2004).** Variabilité structurelle des peuplements de macro-invertébrés benthiques dans le bassin versant de la Soummam (Algérie, Afrique du Nord). Hal Science, hal-03530584

B

- **Benayache, N. (2014).** Évaluation du niveau de la pollution organique des eaux des barrages Hammam Grouz et Béni Haroun. Mémoire de Master, 2.
- **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.
- **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, 5pl
- **Baudry C. et Brezellec H. (2006).** Microbiologie-Immunologie : Exercices d'application. 2^o édition, Wolters Kluwer France, 53-56.
- **Buttiaux R. ; BEERENS H. et TACQUET A. (1969).** Manuel de technique bactériologiques Editions me vicales Flammarion. Médecine sciences. 213p.
- **Brisabois, A., Lafarge, V., Brouillaud, A., De Buyser, M. L., Collette, C., Garin-Bastuji, B., & Thorel, M. F. (1997).** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz, 16(1), 452-471.
- **Boulaksaa, K., & Laifa, A. (2020).** Évaluation de la pollution azotée minérale des eaux superficielles de la zone humide Ramsar du lac Fetzara (Nord-Est algérien). Revue des Sciences de l'eau, 32(4), 409-419.
- **Borrego, A. F., & Romero, P. (1982).** Study of the microbiological pollution of a Malaga littoral area II. Relationship between fecal coliforms and fecal streptococci. VI^e Journée Étude Pollutions, Cannes, France, 561-569.
- **Benabdallah, S., Madyouni, H., Almanza, V., Joaquim-Justo, C., Romdhane, M. S., Habaieb, H., & Deliege, J. F. (2023).** Assessment of Water Quality Variations and Trophic State of the Joumine Reservoir (Tunisia) by Multivariate Analysis. Water, 15(17), 3019.

- **Bourgeois C M, Mescle J F et Zucca J 1996** Microbiologie alimentaire : Aspects Microbiologiques de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome I. Editions Lavoisier, p 241- 251.
- **Belghiti, M. L., CHAHLAOUI, A., Bengoumi, D., & El Moustaine, R. (2013).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (14).
- **Bengherbia, A., Hamaidi, F., Zahraoui, R., Hamaidi, M. S., & Megateli, S. (2014).** Impact des rejets des eaux usées sur la qualité physico-chimique et bactériologique de l'Oued Beni Aza (Blida, Algérie). Lebanese science journal, 15(2), 39-51.
- **Benmezdad, A., & Moulahem, T. (2015).** Profil fongique des mycoses superficielles diagnostiquées au laboratoire de parasitologie-mycologie du CHU de Constantine. Étude rétrospective : années 2011–2012–2013. Journal de Mycologie Médicale, 25(3), 243.

C

- **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|
- **Chedadi, M., Amakdoug, H., El Barnossi, A., El Moussaoui, A., Kara, M., El Asmi, H., ... & Bari, A. (2023).** Impact des activités anthropiques sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux le long de la rivière Oued Fès (Maroc). Africain scientifique, 19, e01549.
- **Cristian C., B. Jacky., S. Eddy., M. Salavert et T. Armand. (2008).** Microbiologie Hygiène Bases Microbiologiques de la diététique. Édition TEC, DOC, Lavoisier, Paris. P : 76-79

D

- **Dussart B. (1992)** Limnologie, l'étude des eaux continentales. Paris, Boubée, 681 p.

- **Denis, F., Guiso, N. et Ploy, MC Barraud, O., Badell, E., (2011).** Résistance aux antimicrobiens chez *Corynebacterium diphtheriae* mitis. *Maladies infectieuses émergentes*, 17 (11), 2078.
- **Decrouy A ,2022.** Eaux de surface définition et exemples, projet ecole.
- **Desoubreaux, G., & Chandenier, J.(2010).** Diagnostic biologique d'une infection aspergillaire. *Feuillets de Biologie*, 51(294), 33-40.
- **Dajoz R. (2000),** Précis D'Ecologie : Cours Et Exercices Résolus. 7ème édition. Dunod, Paris. 613p.
- **Delarras, C. (2010).** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. Réglementation-Prélèvements-Analyses. Ed. TEC et DOC/Lavoisier Paris.
- **Dellarras C., B.Trebaol .(2008).** Surveillance Sanitaire Et Microbiologique Des Eaux : Réglementation – Prélèvements – Analyses. Paris : Édition TEC & DOC ,2008. P : 32-40
- **Delarras C., 2003.** Microbiologie de l'environnement avec législation, travaux pratiques commentés. Gaetan morin editeur. 223p
- **Dellarras C. (2000).** Microbiologie de l'environnement avec législation : travaux pratique. Gaëtan moriu éditeur. P : 117-136.
- **D.MOHAMMEDI 2017** Classification et mode d'action des antibiotiques. Accessible à : https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/classification_et_mode_d_action_des_antibiotiques.pdf

E

- **EMMANUEL, E. 2003.** Évolution des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers. 247P
- **Epaulard, O., & Brion, J. P. (2009).** Phénicolés (chloramphénicol et thiamphénicol). *Traité de Médecine Akos*, 4(4), 1-6.
- **El Addouli, J., Chahlaoui, A., Berrahou, A., Chafi, A., Ennabili, A., & Karrouch, L. (2009).** Influence des eaux usées, utilisées en irrigation, sur la qualité des eaux de l'Oued Bouishak–région de Meknes (centre-sud du Maroc). *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn*, 3(1), 56-75.

F

- **Floret, N., Bertrand, X., Thouverez, M., & Talon, D. (2009).** Infections nosocomiales à *Pseudomonas aeruginosa*: origine exogène ou endogène de la bactérie responsable?. *Pathologie Biologie*, 57(1), 9-12
- **Festy B., Hartemann P., Ledrans M., Levallois P., Payment P., Tricard, D. (2003).** Qualité de l'eau. *Environnement et santé publique-Fondements et pratiques*, 333-368 p.

G

- **Gaujous D., (1995).** La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire 2ème
- **George, I., Crop, P., & Servais, P. (2002).** Fecal coliform removal in wastewater treatment plants studied by plate counts and enzymatic methods. *Water research*, 36(10), 2607-2617.
- **Ghazali, D., & Zaid, A. (2013).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région de Meknès-Maroc). *LARHYSS Journal* P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (12).
- **GLEESON, C ET GRAY. 1997.** The coliform index and waterborne disease problems of microbial drinking water assessment. E & FN Spon, London. 194p
- **Gueye, M. T., Bop, D., Sorlini, S., Ndoye, A., & Gueye, O. (2023).** Impacts de la qualité des ressources en eau sur la biodiversité de l'écosystème aquatique du lac de Technopole et sur les produits agricoles dans cette zone humide de Pikine (Dakar, Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 17(1), 173-191.

H

- **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

I

- **Iounes, N., Kabriti, M., & El Amrani, S. (2016).** Caractérisation physico-chimique et analyse biologique des eaux de surface de l'Oued Daliya, Maroc. *Afrique Science*, 12(4), 256-270.

J

- **Jones et al., 2015 by DE Jones • 2015 • Cited by 976** — We examined whether kindergarten teachers' ratings of children's ... and the conduct of social relationships
- **JORA. 2011.** Journal Officiel de la République Algérienne. N°18. 35p.
- **Jacinta, C., Uzoigwe, E., O'Brien, H. and Brown, E.J. 2007.** Using nutrient utilization patterns to determine the source of *Escherichia coli* found in surface water. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 1(1): 007-013.

K

- **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
- **Khattab, IS, Bandarkar, F., Khoubnasabjafari, M. et Jouyban, A. (2017).** Densité, viscosité, tension superficielle et volume molaire des mélanges propylène glycol + eau de 293 à 323 K et corrélations par le modèle Jouyban – Acree. *Journal arabe de chimie*, 10, S71-S75.
- **Klebsiella, M., Serratia, S., & Cedecea, E. (2016).** Chapitre 30. Bacilles à Gram négatif aérobies et aéro-anaérobies 303. *Bactériologie médicale : Techniques usuelles*, 302.

L

- **Labres, E., Azizi, D., Boudjellab, B., 2006.** Cours d'Hygiène et de Microbiologie des Eaux : Microbiologie des eaux et des boissons, Institut Pasteur d'Algérie. Documentation interne.
- **Larpent J. (1997).** Microbiologie des eaux d'alimentaire : Technique de labo. Edition Tec et Doc. P : 294-300.

- **Liaqid A. (2012).** Etude de la résistance aux antibiotiques des bactéries à Gram négatif non fermentantes au niveau du C.H.U de Tlemcen. Mémoire de magister. Université Abou BekrBelkaid-Tlemcen. P : 12-17.

M

- **MEZERDI, D.** Analyses Physicochimique des ressources en eau de surface Réception d'effluents d'eaux usées courants à BISKRA Etude comparative entre oued Biskra et Zemor.
- **Morand, A. et Morand, JJ (novembre 2017).** Pseudomonas aeruginosa en dermatologie. Dans Annales de Dermatologie et de Vénéréologie (Vol. 144, n° 11, pp. 666-675). Elsevier Masson.
- **Monod, T. (1989).** Méharées géographiques (N.A.N.I) normes Algérienne et normes international (2002). France loisir. 233 p.er. Institut Pasteur d'Alger ,40p.
- **Merzoug, S. (2009).** Etude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'écosystème Lacustre Garaet Hadj-Taher (Benazzouz, Wilaya Skikda), [Mémoire De Magister], Hydro-écologie Santé, eau et environnement, Université 08 Mai 1945 De Guelma, 115p.
- **Masson, J.B. (1988).** Suivi de la qualité des eaux superficielles : l'expérience française. In : la qualita della acqua superficiele Criteria per une metodologia omogenea di valutazione, atti del convegno intrazione, Palazzo dei congeressi. (28-29 April), 99 110p
- **Metahri .M.S, 2012 :** Elimination de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou. (thèse de doctorat). UMMTO.
- **Madigan M et Martinko J, (2007).** Biologie des micro-organismes. 11ème édition Pearson Education France. ISBN 978-2-7440-7209-3.
- **Mwanza, P. B., Katond, J. P., & Hanocq, P. (2019).** Evaluation de la qualité physico chimique et bactériologique des eaux de puits dans le quartier spontané de Luwowoshi (RD Congo).
- **Mouni, L., Merabet, D., Arkoub, H. et Moussaceb, K. (2009).** Etude et caractérisation physico-chimique des eaux de l'oued Soummam (Algérie). Sécheresse, 20 (4), 360-366.

N

- **Ngaram, N. (2011).** Contribution à l'étude analytique des polluants (en particulier de type métaux lourds) dans les eaux du fleuve Chari lors de sa traversée de la ville de N'Djamena (Doctoral dissertation, Université Claude Bernard-Lyon I; Université de N'Djaména)
- **NAIMA, B. E. K. H. O. U. C. H. E., SAIDA, K. H. I. E. L., ABDELLAH, O. U. L. D. J. A. O. U. I., LABED, A. B. A. B. S. A., & FAISA, M. A. R. N. I. C. H. E. (2022).** QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE L'OUED SIGUS (NORD-EST DE L'ALGERIE) : CARACTERISATION ET ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES. REVUE DES BIORESSOURCES, 12(2).
- **NGOUALA MABONZO, M. (2020).** Caractérisation hydrochimique des eaux souterraines de la zone de contact du bassin sédimentaire côtier et du socle du Précambrien inférieur au sud-ouest de la République du Congo. Cinq Continents, 10(21).
- **Nguefack, C. V. S., Ndjouenkeu, R., & Ngassoum, M. B. (2018).** Qualité de l'eau de la localité de Dschang et impact sur la santé des consommateurs. Afrique Science, 14(3), 96-107.

O

- **Oumhani, A. M. R. A. N. E., Amine, M. M., & Messaouda, L. A. B. C. H. A. K. I. (2023).** Les effets de la pollution sur la qualité des eaux d'Oued Mellague (Doctoral dissertation, Université Echahid Chikh Larbi Tebessi-Tebessa).
- **Ozenda P., (1982).** Végétaux dans la biosphère. Doin Editeurs.
- **OMS (2000)** Directives de qualité pour l'eau de boisson ; volume 2 – critères d'hygiène et documentation à l'appui. Organisation mondiale de la Santé, 2e Édition, 10p. Résumé accessible à : [http : www.who.int/water sanitation health/GDWQ/Summary tables/](http://www.who.int/water_sanitation_health/GDWQ/Summary_tables/)
- **Oertli, B., & Frossard, P. A. (2013).** Mares et étangs : Ecologie, conservation, gestion, valorisation. PPUR Presses polytechniques.

- **OMS. (2014).** Surveillance de la qualité de l'eau de boisson. Genève, 1977, 143 p.

P

- **Plesiomonas, V. A. (2016).** Genre Vibrio. Bactériologie médicale : Techniques usuelles, 325.
- **Pena-Hernandez, DC, Joneson, J., Wilkes, RP et Hendrix, GK (2023).** Évaluation de RapidChek® SELECT™ pour la détection de Salmonella spp. Dans des échantillons environnementaux provenant d'un hôpital vétérinaire. Journal des méthodes microbiologiques, 214, 106843.
- **Pr BENMEZDAD A. (2015).** Candida et candidoses Tropicultura.
- **Poirel, L., Corvec, S., Decousser, J. W., Allouch, P. Y., Drugeon, H., & Nordmann, P. (2006).** Emergence of carbapenem-hydrolysing metallo- β -lactamase VIM-1 in Pseudomonas aeruginosa isolates in France. Clinical Microbiology and Infection, 12(9), 941-942.
- **Pierre Verhac (2019)** Étude et optimisation des cycles de lyophilisation d'une souche probiotique modèle. THES
- **Plusquellec A 1991** Viande et produits carnés. pp. 360-378. In Bourgeois C.M., Leveau J.M. (ed.). Techniques d'analyse et de contrôle dans les IAA. Vol 3. Tec et Doc Lavoisier, Paris, France. pp. 360-378.

R

- **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.
- **RODIER J, LEGUBE B, MERLET N, (2009).** Analyse de l'eau. 9ème édition. Ed. Dunod, paris 1350p.
- **Rejsek; 2002.** Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Série Sciences et technique de l'environnement, 360p.
- **RODIER J. (1984).** L'analyse de l'eau, 7ème Edition, Ed. Dunod, Paris. **SUBRAMANIAN V., DAS B.K. (1994).** Nature and transport of solute load in the Cauvery River Basin, India, Wat. Res., 28(7), 1585-1593

- **Reggam, A., Bouchelaghem, H., & Houhamdi, M. (2015).** Qualité physico-chimique des eaux de l'Oued Seybouse (Nord-Est de l'Algérie): caractérisation et analyse en composantes principales. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(5), 1417-1425.
- **Rejsek F. 2002 analyse** des eaux : aspects réglementaires et techniques. Sceren. Paris.
- 360p. édition. Dunod. Paris .1130p.

S

- **Sylvie-Carle. 2009.** La résistance aux antibiotiques : un enjeu de santé publique important. P.
- **Sougakoff W, Trystram D.** Résistance aux β -lactamines. Université Pierre et Marie Curie, Faculté de médecine, 2003, 78p.
- **Stearns, J., & Surette, M. (2019).** Microbiology for dummies. John Wiley & Sons.
- **SAFRI S, SALEM W (2016)** Identification et étude de l'antibiorésistance des bactéries isolées de différents échantillons d'eau.

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.
- **TRIPILET, Patrick.** Dictionnaire de la diversité biologique et de la conservation de la nature. 2015.

V

- **VIDAL .(2016).**Gentamicine : Mécanisme d'action. Accessible à : <https://www.vidal.fr/medicaments/substances/gentamicine-1610.html>

Z

- **Zogheib E., H. Dupont. (2005).** Entérobactéries multirésistantes. Unité de réanimation polyvalente, département d'anesthésie-réanimation, CHU Nord, place Victor Pauchet, 80054 Amiens cedex, France. P : 153-165.

Annexes

Annexes I

1. Matériel non biologique

Outils de laboratoire	Appareillages	Solutions	Colorants et réactifs	Autres
• Lames et lamelles • Pipettes Pasteur • Tubes à essai stériles • Ecouvillons • Boîtes de Pétri • Portoir • Pince métallique • Seringue stérile • Anse de platine • Récipient	• Etuve • Bec Benzène • Microscope optique • Autoclave • Bain marie • Balance • Autoclave	• L'eau oxygénée • L'eau Physiologique • L'eau distillée • L'huile de vaseline • Lugol • Alcool • Sérum physiologique • Acide chloridrique	• Fuschine • Violet de gentiane • Bleu de méthylène • Kovacs • TDA • VP1 • VP2 • Nit 1 • Nit 2	• Disques d'antibiotiques • Disque oxydases • Galerie API 20E • Galerie API <i>Escherichia coli</i> • Galerie API <i>Klebsiella pneumoniae</i> • Galerie API <i>Citrobacter freundii</i> • Galerie API <i>Raoultella ornithinolytica</i> • Galerie API <i>Pseudomonas aeruginosa</i> • Milieux de culture

2. Composition des milieux de cultures

Gélose Nutritive (GN)		
Composition g/L	Caractéristiques	Photo
✓ Peptone (10g) ✓ Extrait de viande (3g) ✓ Extrait de levure (3g) ✓ Agar (18g) ✓ Chlorure de sodium (5g) ✓ pH=7.3	La gélose nutritive est un milieu à usage général qui favorise la croissance d'un large éventail d'organismes non fibreux. La gélose nutritive est populaire parce qu'elle contient de nombreux éléments nutritifs nécessaires à la croissance des bactéries.	
Gélose Chapman (MSA)		
Composition g/L	Caractéristiques	Photo
✓ Peptone (10g) ✓ Extrait de viande (1g) ✓ Extrait de levure (3g) ✓ Agar (15g) ✓ Chlorure de sodium (75g) ✓ Mannitol (10g) ✓ Rouge de phénol (0,025g) ✓ pH= 7.5	Utilisé pour l'isolement des Staphylocoques pathogènes qui donnent des colonies jaunes par fermentation du mannitol et virage du rouge de phénol. Sa forte teneur en chlorure de sodium inhibe la croissance de la plupart des autres espèces.	

Gélose Hektoen (HK)		
Composition g/L	Caractéristiques	Photo
✓ Peptone pepsique du viande (15g) ✓ Extrait de viande (3g) ✓ Extrait de levure (3g) ✓ Chlorure de sodium (5g) ✓ Sels biliaires (4g) ✓ Lactose (12g) ✓ Salicine (2g) ✓ Saccharose (12g) ✓ Fushine acide (0.1g) ✓ Bleu de bromothymol (0.065g) ✓ Agar (18g) ✓ pH= 7.5	Milieu sélectif différentiels des bactéries entéro-pathogènes ; particulièrement de salmonella et de shigella. La composition du milieu permet la différenciation des colonies fermentant rapidement un des 3 sucres et /ou produisant de l'H₂S (Centre noir).	
Gélose au Cètrimide		
Composition g /L	Caractéristiques	Photo
✓ Peptone de gélatine (16g) ✓ Peptone de caséine (10g) ✓ Cètrimide (0.2g) ✓ Sulfate de potassium (10g) ✓ Chlorure de magnésium (1,4g) - Agar (10g)	Est un milieu sélectif ; Composé ammonium quaternaire ; agit comme inhibiteur d'une grande variété de germes destinés à l'isolement au dénombrement de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>.	

La gèlose Mueller Hinton (MH)		
Composition g /L	Caractéristiques	Photo
✓ Extrait de viande (3g) ✓ Hydrate de viandes (17,7g) ✓ Amidon (15g) ✓ Agar (10g) ✓ pH = 7,4	Est un milieu de référence pour les tests de sensibilité des germes aux antibiotiques et sulfamides.	
La gèlose Sabouraud		
Composition g /L	Caractéristiques	Photo
✓ Peptones (10g) ✓ Glucose (ou Dextrose) (40g) ✓ Agar (15g) ✓ Eau distillée (1L) ✓ pH = 5.6	La gèlose Sabouraud est une gèlose non sélective utilisée pour cultiver les champignons et plus précisément en microbiologie médicale, les levures, les moisissures et les dermatophyte.	

Gélose Chromogène pour bactéries coliformes (CCA)		
Composition g /L	Caractéristiques	Photo
✓ Digestat enzymatique de caséine (1g) ✓ Extrait autolytique de levure (2g) ✓ Chlorure de sodium (5g) ✓ Dihydrogénophosphate de sodium x 2 H₂O (2.2g) ✓ Hydrogénophosphate disodique (2.7g) ✓ Pyruvate de sodium (1g) ✓ Sorbitol(1g) ✓ Tryptophane (1,0 g) ✓ Tensioactif à l'éthoxylate d'alcool secondaire (0,15 g) ✓ - 6-Chloro-3-indoxyl-β-D-galactopyranoside (0,2 g) ✓ Acide 5-Bromo-4-chloro-3-indoxyl- β-D-glucuronique (0,1 g) ✓ Isopropyl-β-D-thiogalactopyranoside (IPTG) (0,1 g) ✓ Agar agar bactériologique (16,0 g) ✓ pH=: 6,8 ± 0,2	La gélose chromogène pour bactéries coliformes (CCA) permet le dénombrement des <i>Escherichia coli</i> et des coliformes dans les eaux à faible teneur en bactéries (moins de 100 colonies totales). Ces eaux peuvent être l'eau potable, l'eau de piscine désinfectée ou l'eau propre sortant des usines de traitement. La formule-type de la gélose répond à la composition définie dans la norme ISO 9308-1 : 2014	
La gélose Maconkey		
Composition g /L	Caractéristiques	Photo

✓ Peptone pancréatique de gélatine : 17,0 g ✓ Tryptone : 1,5 g ✓ Peptone pepsique de viande : 1,5 g ✓ Lactose : 10,0 g ✓ Sels biliaires : 1,5 g ✓ Chlorure de sodium : 5,0 g ✓ Rouge neutre : 30,0 mg ✓ Cristal violet : 1,0 mg ✓ Agar agar bactériologique : 13,5 g ✓ pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : $7,1 \pm 0,2$	La gélose de MacConkey est un milieu de culture sélectif destiné à l'isolement des entérobactéries, notamment <i>Escherichia coli</i> et <i>Shigella</i>.	
---	--	--

La gélose Viande Foie (VF)		
Composition g /L	Caractéristiques	Photo
✓ Base viande foie : 30,0 g ✓ Glucose : 2,0 g ✓ Agar : 6,0 g ✓ pH= 7,4	La gélose Viande-Foie complète est recommandée pour la recherche et le dénombrement de spores de <i>Clostridia</i> sulfito-réducteurs	

ANNEXES II

1. La localisation géographique des sites de prélèvements de l'oued Chiffa



Figure 1 : Localisation géographique des sites de prélèvements de l'Oued Chiffa (Google map modifié, 2024).



Figure 2 : Oued Chiffa Site1(à gauche) et site 2(à droite) (Photo originale,2024).

2. La localisation géographique des sites de prélèvements de l'oued Beni Azza



Figure 3 : Localisation géographique des sites de prélèvements de l'Oued Beni Azza (Google map modifié,2024).



Figure 4 : Oued Beni Azza Site1(à gauche) et site 2(à droite) (Photo originale,2024).

3. Méthode de prélèvements



Figure 5 : Photo lors d'un prélèvement de l'eau oued Chiffa (Photo originale,2024).



Figure 6 : Photo lors d'un prélèvement de l'eau de l'Oued Beni Azza (Photo originale,2024)



Figure 7 : Photo lors d'une mesure de la température de l'eau avec un thermomètre (Photo originale,2024).



Figure 8 : Photo de transport et conservation des échantillons (Photo originale,2024)



Figure 9 : Mesure du potentiel d'hydrogène (pH)



Figure 10 : Mesure de la Conductivité Electrique (CE)



Figure 11 : Mesure de l'Oxygène dissous

4. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

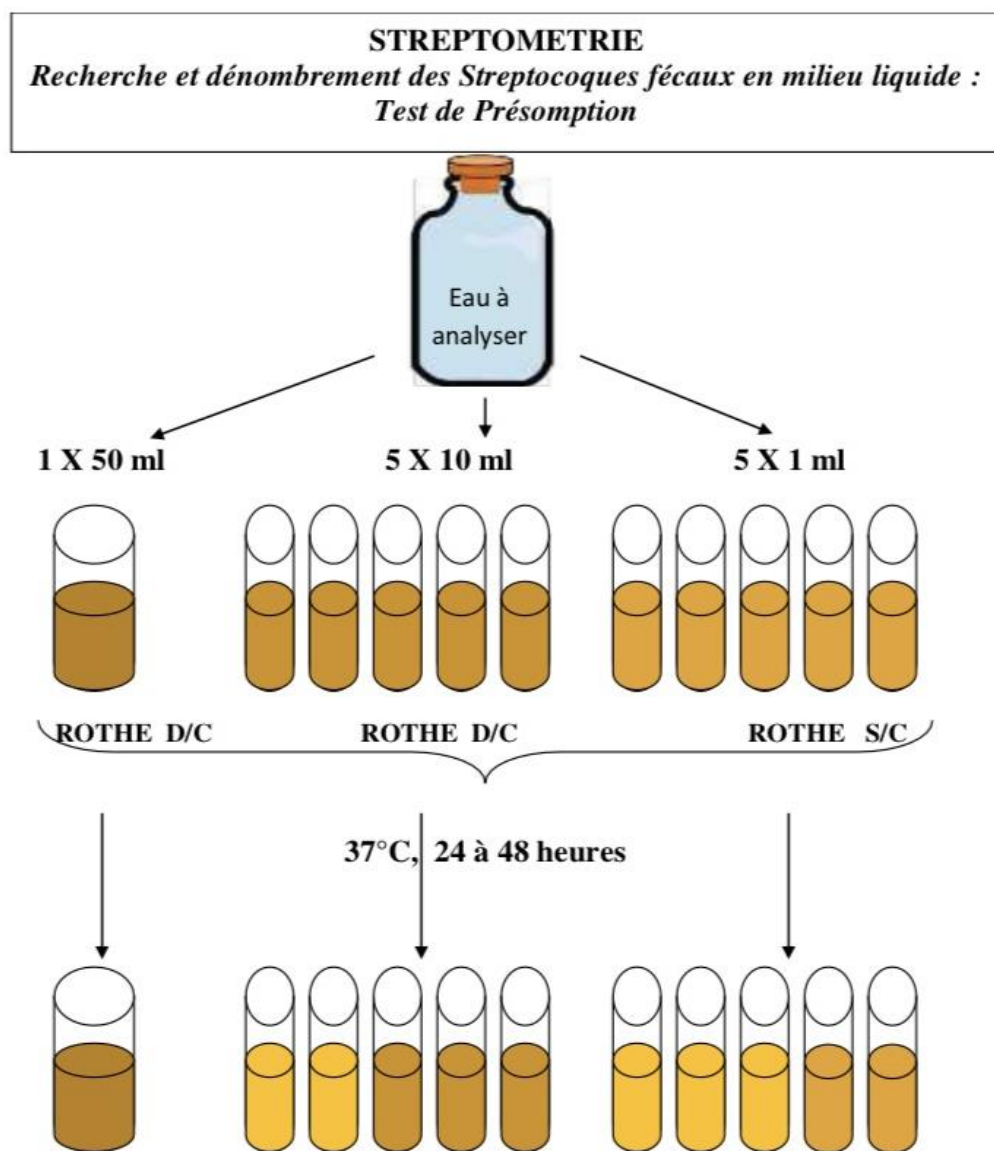


Figure 12 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux en milieu liquide : test de présomption

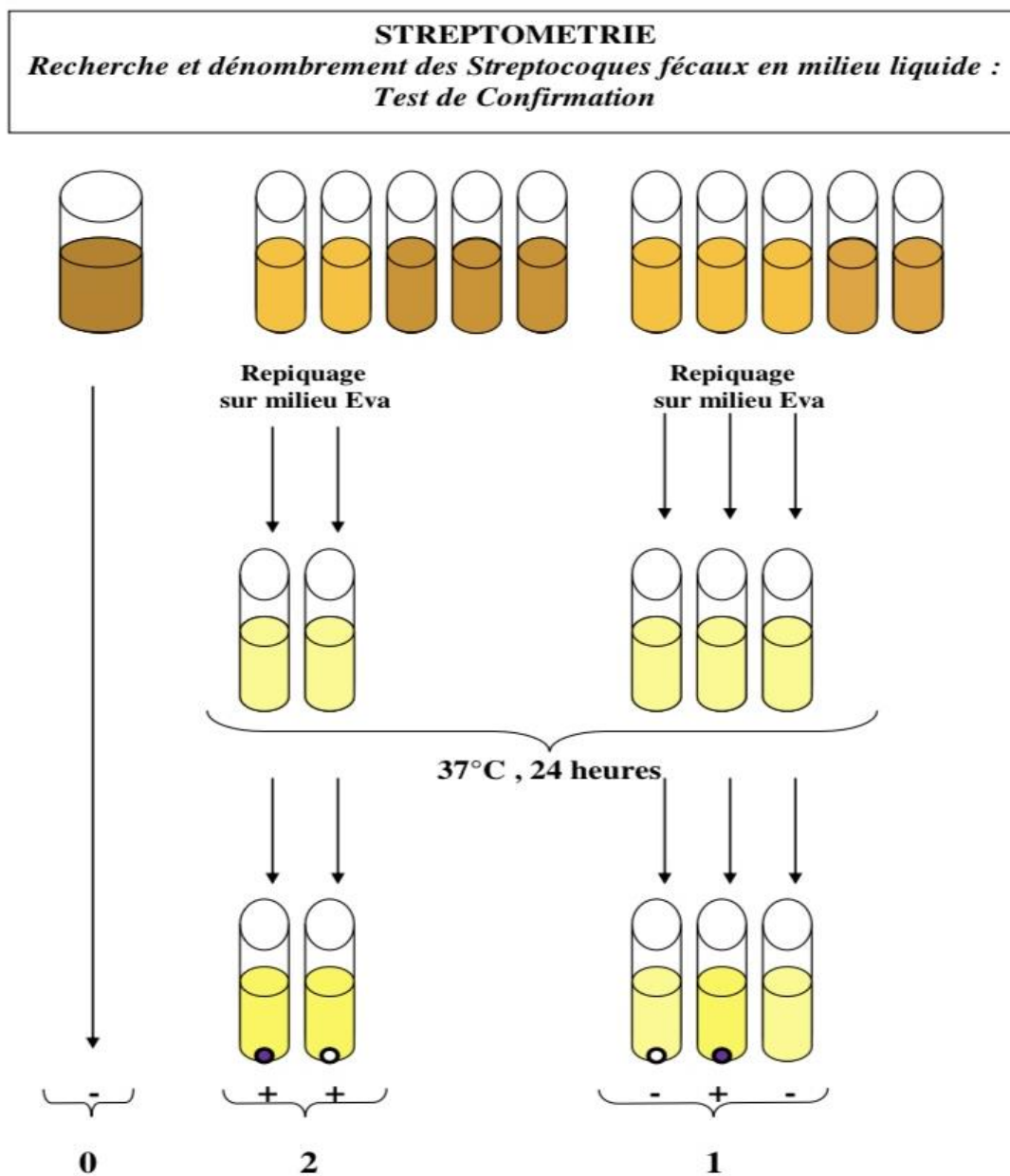


Figure 13 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux en milieu liquide : test de confirmation.

5. Recherche et dénombrement des spores des Anaérobies Sulfito – Réducteurs

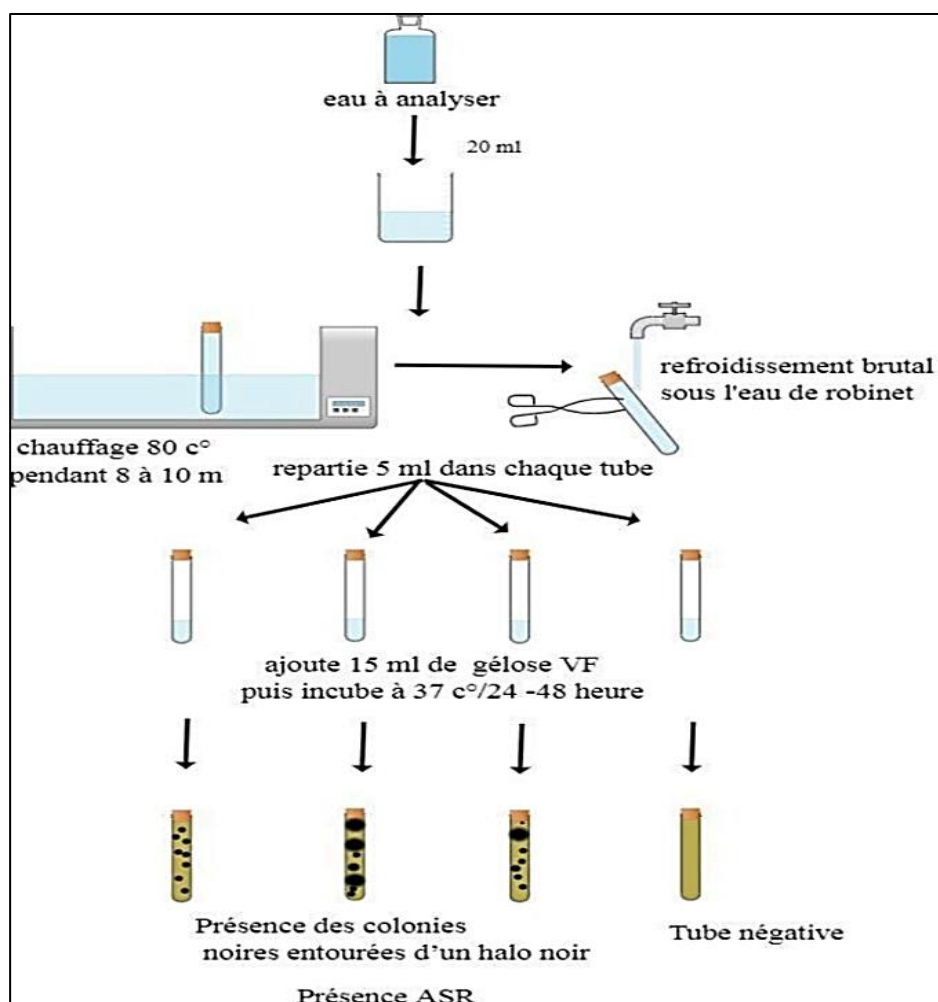


Figure 14 : Protocole de la recherche et dénombrement des spores des Anaérobies Sulfito – Réducteurs (Dellarras et Trebaol.,2008)

6. Recherche des *Salmonelles* et *Vibrio*

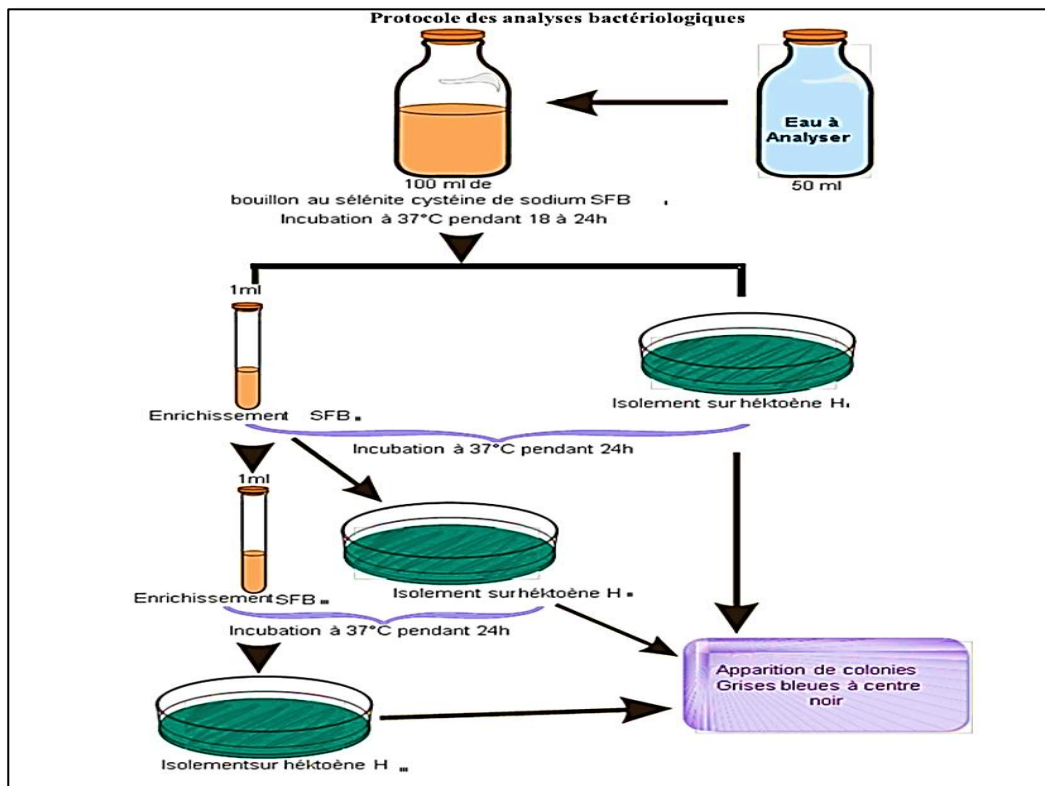


Figure 15 : Protocole de la recherche des *Salmonelles* (Larpent, 1997)

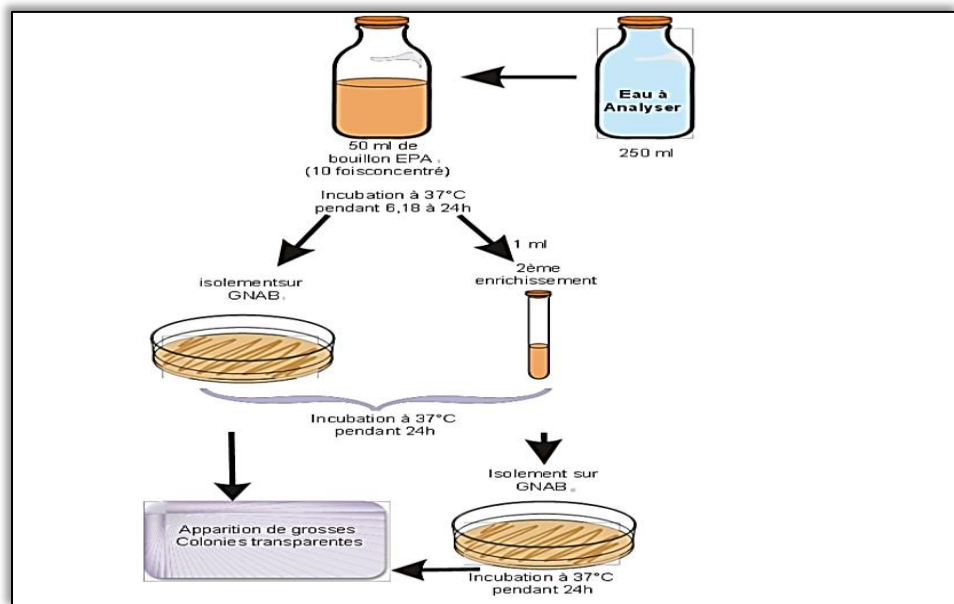


Figure 16 : Protocole de la recherche des *Vibrions cholériques* (Dellarras, 2000).

7. Protocole de la 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 colorants en Gram positif et Gram négatif (Figure 60) 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 minutes.
- 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.

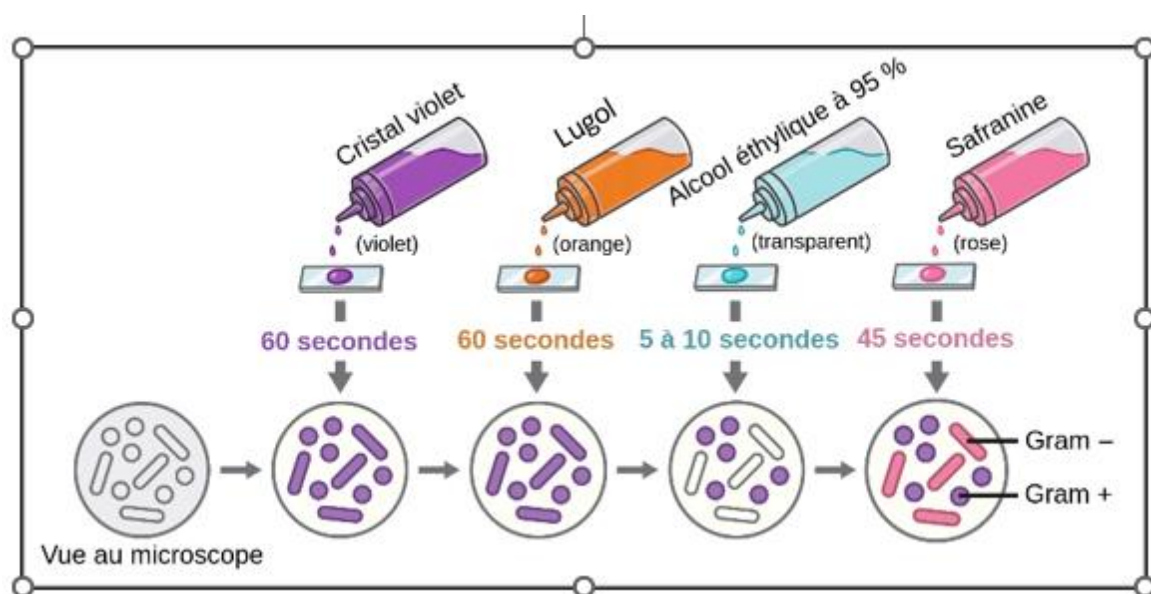


Figure 17 : Procédure de la coloration de gram

Tableau : Table de N.P.P (table de Mac Grady)Table de Mac Grady (NPP)

1 X 50 ml	5 X 10 ml	5 X 1 ml	Nombre caractéristique	Limites de confiance	
				Inférieure	Supérieure
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0,5	4
0	0	2	2	<0,5	6
0	1	0	1	<0,5	4
0	1	1	2	<0,5	6
0	1	2	3	<0,5	8
0	2	0	2	<0,5	6
0	2	1	3	<0,5	8
0	2	2	4	<0,5	11
0	3	0	3	<0,5	8
0	3	1	5	<0,5	13
0	4	0	5	<0,5	13
1	0	0	1	<0,5	4
1	0	1	3	<0,5	8
1	0	2	4	<0,5	11
1	0	3	6	<0,5	15
1	1	0	3	<0,5	8
1	1	1	5	<0,5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	<0,5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	66
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	59
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	100
1	4	5	43	15	120
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	100
1	5	2	54	18	140
1	5	3	92	27	220
1	5	4	160	39	450
1	5	5	>240		

ANNEXES III

Tableau : Tableau de lecture de la galri API 20 E

TABEAU DE LECTURE DE LA GALERIE MINIATURISÉE API 20E						
Microtube	Substrat :	Cercootère recherché	Révélateur	Lecture directe ou indirecte Test (si nécessaire)	Résultat -	Résultat +
ONPG	ONPG = Ortho-Nitro-Phényl-Galactoside	Béla galactosidase		Lecture directe		
ADH LDC ODC	Arginine Lysine Ornithine	Arginine Dihydrolase Lysine Décarboxylase Ornithine Décarboxylase	Rouge de phénol	Lecture directe		
[CIT]	Citrate	Utilisation du citrate	BBT	Lecture directe		
H ₂ S	Thiosulfate de sodium	Production d'H ₂ S	Fe III	Lecture directe		
URÉ	Urée	Uréase	Rouge de Phénol	Lecture directe		 
TDA	Tryptophane	Tryptophane désaminase		Lecture indirecte		 
IND	Tryptophane	Tryptophanase ou production d'indole		Lecture indirecte		 
[VP]	Pyruvate de sodium	production d'acétoïne (3-hydroxybutanone)		Lecture indirecte		 
[GEL]	Gélatine	gélatinase	Particules de charbon	Lecture directe		
GLU à ARA = zymogramme	Substrat carboné (glucide)	Utilisation de substrats carbonés (glucides)	BBT	Lecture directe		
NO ₂ / N ₂	Nitrates (NO ₃)	Nitrate réductase		Lecture indirecte		



Figure 18 : Présentation de la galerie API 20 E (Stearns et Surette, 2019)

Tableau : Tableau de lecture de galri API 20NE

Tests	Substrat	Enzymes/Réactions	Résultats	
			Négatif	Positif
NO3	Nitrate de potassium	Réduction des nitrates en nitrites	NIT1 +NIT2/ 5mn	
			Incolore	Rose - rouge
		Réduction des nitrates en azote	ZN/ 5mn	
			Rose	Incolore
TRP	Tryptophane	Formation d'indole	TRP/ 3-5 mn	
			Incolore	Goutte rouge
GLU	Glucose fermentation	Fermentation	Bleu à vert	Jaune
ADH	Arginine	Arginine dihydrolase	Jaune	Orange /rose/rouge
URE	Urée	Uréase	Jaune	Orange /rose/rouge
ESC	Esculine	Hydrolyse	Jaune	Gris /marron/noir
GEL	Gélatine	Hydrolyse	Pas de diffusion du pigment	Diffusion du pigment noir
PNPG	p-nitro-phényl-BD galacto pyranoside	β -galactosidase	Incolore	Jaune
GLU	Glucose	Assimilation	Transparence	Trouble
ARA	Arabinose			
MNE	Mannose			
MAN	Mannitol			

NAG	N-acétylglucosamine			
MAL	Maltose			
GNT	Gluconate			
CAP	Caprate			
ADI	Adipate			
MLT	Malate			
CIT	Citrate			
PAC	Phényl-acétate			
OX	Tetraméthyl-pphenylène diamine	Cytochrome oxydase	Incolore	Violet

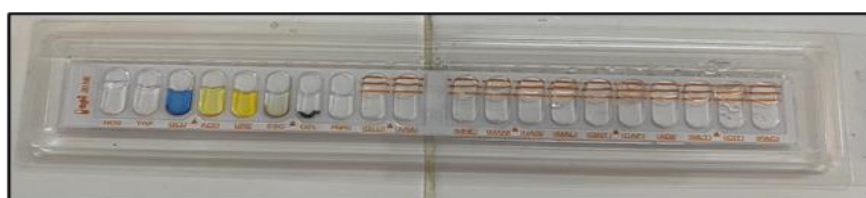


Figure 19 : Présentation de la Galerie Api 20NE

ANNEXES IV

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

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

Tableau : Grille d'estimation de la qualité de l'eau selon le pH (Benslimane, 2002).

Qualité de l'eau	pH
Acidité forte	pH < 5
Neutralité (eau pure)	pH = 7
Neutralité rapproché (eau de surface)	7 < pH < 8
Majorité des eaux souterraines	5.5 < pH < 8
Alcalinité, évaporation intense	pH > 8

Tableau : Grille de la qualité des eaux superficielles pour la CE (ABH, 2009).

Paramètre Classe	Unité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
CE	µs /cm	180-2500	120-3000	60-3500	0-4000	>4000

Tableau : Qualité des eaux en fonction de la saturation en oxygène dissous (Masson, 1988, Merzoug, 2009).

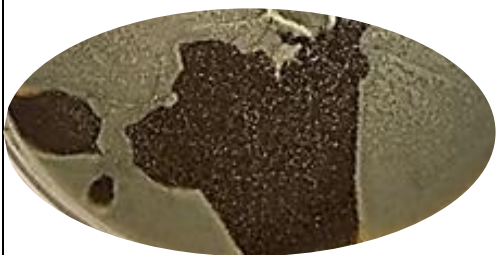
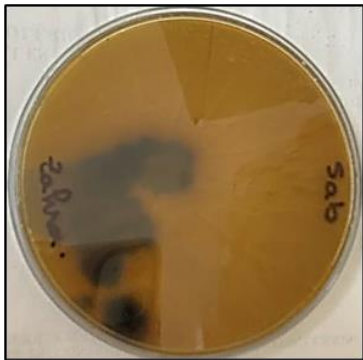
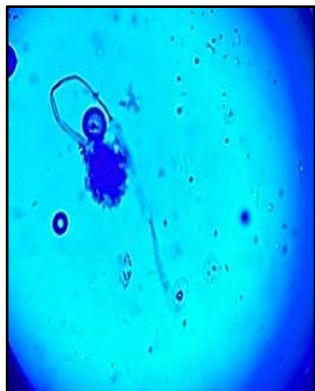
Paramètre Classe	Unité	Excellente	Bonne	Passable	Mauvaise	Très Mauvaise
O ₂	Mg/l	>7	5-7	3-5	< 3	0

ANNEXES V

Tableau : Rapport CF/SF pour la connaissance de l'origine de la pollution fécale.

Rapport CF/SF	Observation
$r < 0.70$	Entièrement d'origine animale
$0.7 < r < 1$	Mixte à prédominance animal
$1 < r < 2$	D'origine incertaine

$2 < r < 4$	Mixte à prédominance humaine
$r > 4$	Source exclusivement humaine

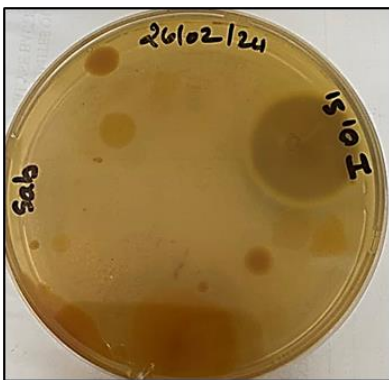
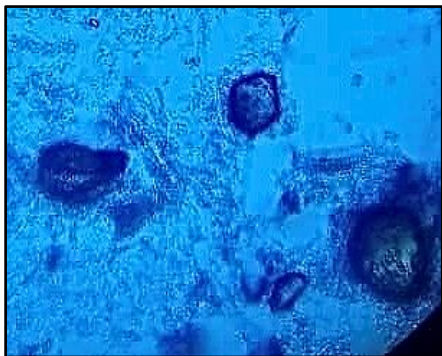
Description de la souche : <i>Aspergillus niger</i>		
Recto	Verso	Aspect microscopique
 Temps de pousse : 2-3 jours T°C : 25°C.		
Colonies blanches, puis jaunes et enfin granuleuses noires.	Incolore, jaune.	Tête aspergillaire : radiée - Conidies : grosses globuleuses, brun échinulées - Vésicule globuleuse - Conidiophore : Long lisse, incolore brunâtre/partie supérieur) - Pas de cléistothèces

ANNEXES VI

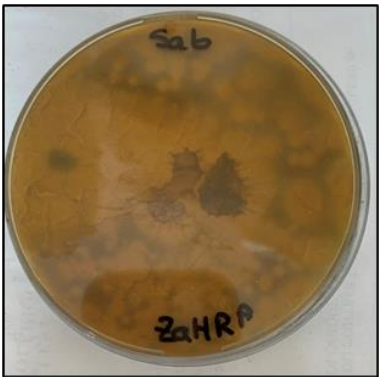
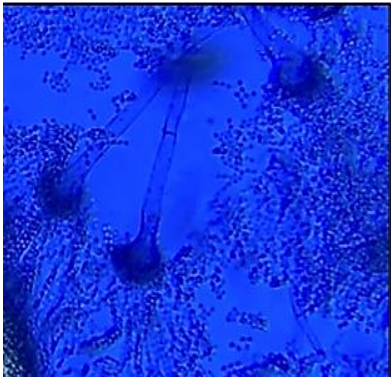
Identification fongique :

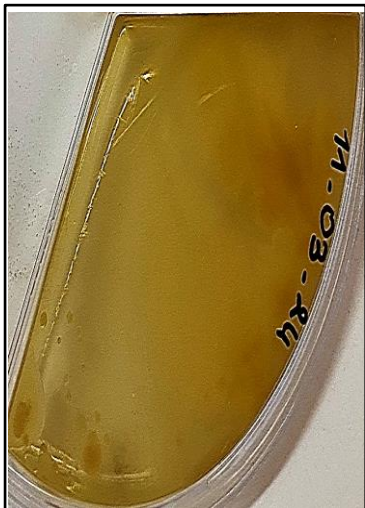
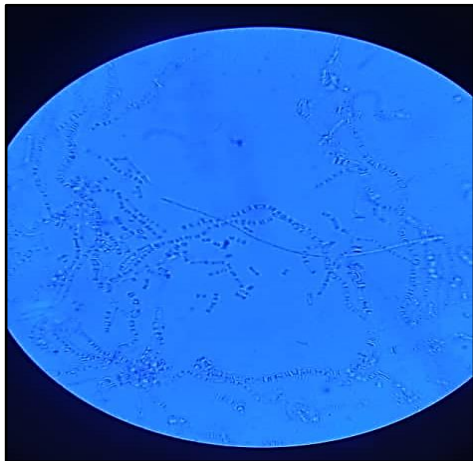
L'aspect (recto et verso), la couleur, la température et la vitesse de pousse des souches

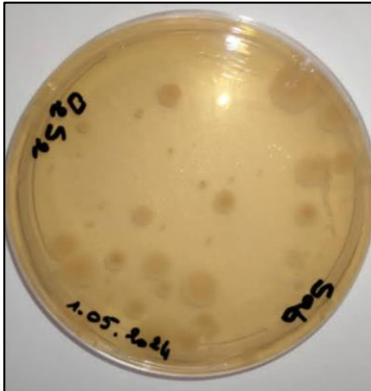
À partir des échantillons d'eau d'oued 5 isolats de champignons filamenteux ont été obtenus :

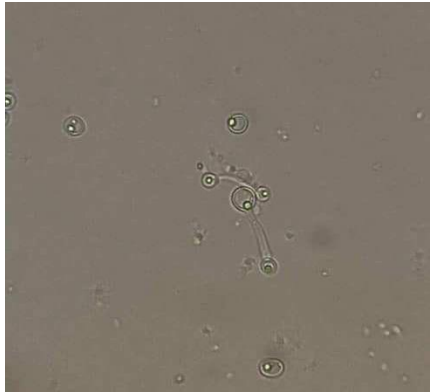
Description de la souche : <i>Aspergillus fumigatus</i>		
Recto	Verso	Aspect microscopique
 Temps de pousse : croissance rapide 24-48h à 25°C		
Colonies évoluant du blanc au bleu-vert foncé à gris noirâtre	Incolore, jaune, vert ou brun (selon la souche)	Tête aspergillaire : Jusqu'à, unisériée, en colonne - Conidies petites, globuleuse, vertes, Échinulées -Vésicule hémisphérique -Conidiophore : lisse, incolore, évasement progressif au sommet -Pas de cléistothèces

Description de la souche : *Aspergillus flavus*

Recto	Verso	Aspect microscopique
 Temps de pousse : 2-3 jours à 25°C.		
Colonies duveteuses à poudreuses blanches, puis jaunes puis vert-jaunes.	Incolore, rosé, à brun rouge-foncé.	Tête aspergillaire : Uni ou Bisériée, radiée - Conidies : grosses, globuleuses, vert pâle, brunes, échinulées - Vésicule sphérique - Conidiophore : Long jusqu'à, hyalin souvent verruqueux - Pas de cléistothèces .

Description de la souche <i>Fusarium</i>		
Recto	Verso	Aspect microscopique
 Temps de pousse : 2-5j à 25°C		
Les colonies peuvent être blanches, roses, rouges, violettes, ou brunes. Présenter des nuances de jaune ou d'orange. Les colonies sont souvent duveteuses ou cotonneuses, avec une apparence dense et filamenteuse. Les marges des colonies peuvent être régulières ou irrégulières.	Des teintes de blanc, rose, rouge, violet, brun, ou parfois jaune. La couleur peut être plus uniforme ou légèrement différente par rapport au recto, parfois plus foncée. La texture apparaissant plus lisse. Il peut y avoir des zones plus opaques ou transparentes selon l'épaisseur de la colonie et la production de spores.	Macroconidies : longues, effilées, avec plusieurs septations. Microconidies : petites, ovales à allantoïdes, peu ou pas septées. Phialides : cellules conidiogènes en forme de flacon. Chlamydospores : structures épaissies de survie. Hyphe : filaments septés et hyalins.

Description de la souche : <i>Candida albicans</i>		
Recto	Verso	Aspect microscopique
 Temps de pousse : 24h à 48h à 27°C		
Globulaires, ovoïdes ou cylindriques. Apparaissent macroscopiquement sous forme de colonies blanches à crémeuses de 1 à 3 mm. Leur texture peut être pâteuse, lisse, brillante, à bord régulière	Incolore, blanches	Cellules de levure : Ovales à rondes, 3 à 6 micromètres de diamètre. Reproduction par bourgeonnement. Hyphes et pseudohyphes : Hyphes : Filaments allongés et septés. Pseudohyphes : Chaînes de cellules allongées avec des constriction aux jonctions. Blastoconidies : Spores produites par bourgeonnement, apparaissant

		comme des cellules isolées ou en petites chaînes. Chlamydospores : Grandes spores épaissies, formées dans des conditions spécifiques, souvent aux extrémités des hyphes ou pseudohyphes
Résultat de test de filamentation (tube germinatif) : l'apparition d'une tube germinatifs		

ANNEXES VII

Tableau : Noms, abréviations et charge d'antibiotiques utilisés

Familles d'antibiotiques	Abréviation	Antibiotiques	Charge du disque
β-lactamines	AMC	Amoxicilline + Acide clavulanique	20+10µg
	AX	Amoxicilline	10µg
	CTX	Céfotaxime	30µg
	CZ	Céfazoline	30µg
	IMP	L'imipènem	10 µg
	TCC	Ticarcilline+Ac.clavulanique	75+10 µg
	FOX	Cèfoxitine	10 µg

	CAZ	Ceftazidime	10 à 30 µg
	ATM	Aztréonam	30 µg
Aminoside	TOB	Tobramycine	10 µg
	GEN	Gentamicine	10 µg
	C	Amoxicilline + acide clavulanique	15 µg
Sulfamides	COT	Cefotetan	25 µg
	ETP	ETP-Triméthoprine	15 µg
Fluoroquinolones	CIP	Ciprofloxacine	5 µg
Aminoglycosides	AK	Amikacine	30 µg
Céphalosporine	FEP	Céfépime	30 µg
Pénicilline	NA	Acide nalidixique	5 µg
	PRL	Pipèracilline	5 µg

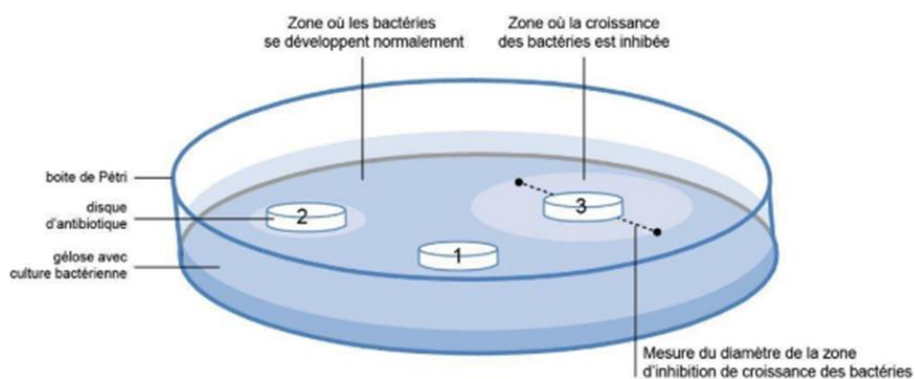


Figure 19 : Antibiotogramme par méthode de diffusion (Jehl et al.,2015)

Conclusions

[illegible]

² *Journal of the American Medical Association* 317, no. 21, (2017). Advertisement for a study by a medical school was publicly funding, and the information was reported in a newspaper.

