

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Ref :.....

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila
Institut des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé En vue de l'obtention du diplôme Master

En Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Thème

*Etude physicochimique et bactériologique
des eaux de la retenue collinaire d'Oued El
Athmania Mila-Algérie*

Présenté par :

- BNOTEMANE Cheima
- HASSANI Safa

Soutenu devant le jury :

- | | | |
|---------------------------------------|-----|------------------------------|
| - Présidente : Dr. BOUNABE Nourhane.A | MCB | Centre Universitaire de Mila |
| - Examineur : Dr. TAYAA Hakima | MCA | Centre Universitaire de Mila |
| - Promoteur : Dr.MERZOUG Seyf Eddine | MCA | Centre Universitaire de Mila |

Année universitaire : 2022/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمَ



REMERCIEMENTS

Nos remerciements premièrement à Allah de nous avoir le courage de mener à bien ce travail.

Nous adressent mes remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce travail :

*Madame **BOUNABE.N.A** maitre de conférence en biologie au centre universitaire de Mila d'avoir accepté de présider le jury.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury madame **TAYAA .H** maitre de conférences en biologie au centre universitaire Mila .D'avoir accepté d'examiner notre travail*

*Je tiens à remercier **Dr SEYF EDDINE MERZOUG**, d'avoir accepté de nous encadrer et suivre notre travail de près avec sa rigueur scientifique et ses conseils qui n'ont bien orienté dans l'élaboration de cette Mémoire.*

*Nous remercions aussi Mademoiselle **Sabah** responsable du laboratoire dans la station d'épuration Ferdjioua Ain Baida Herriche*

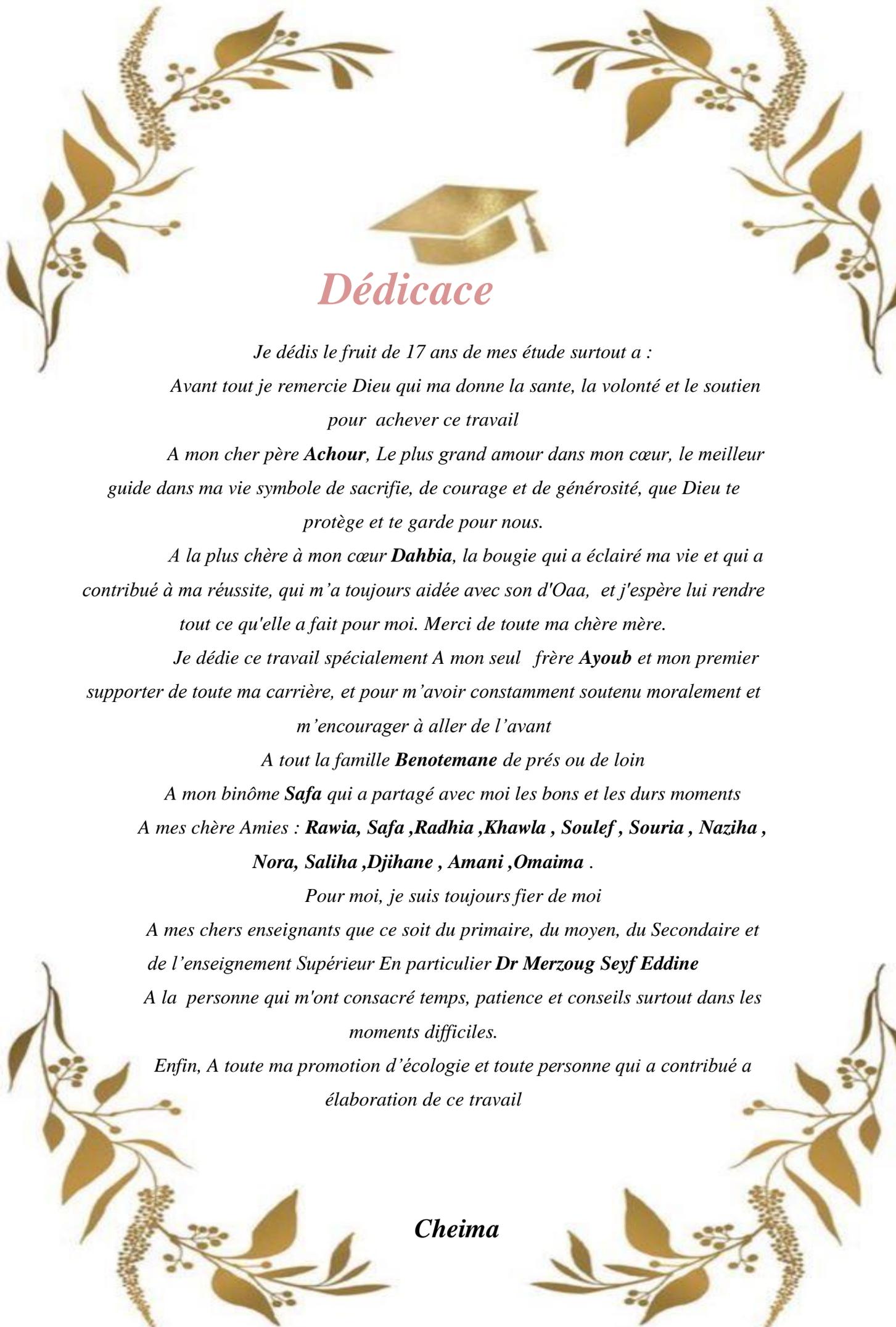
Pour la préparation de ce travail les membres de l'organisme gestionnaire de l'ANB de Hammam Grouz, ont apporté une aide efficace. Qu'ils daignent trouver ici mes vifs remerciements et l'expression de ma profonde reconnaissance.

A tous les enseignants du département de Biologie et Ecologie dans Centre Universitaire Abd El Hafid Boussouf Mila

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont apporté leur contribution à ce travail. Je leur exprime ici toute ma reconnaissance et ma gratitude

Merci à tous

Safa & Cheima



Dédicace

Je dédis le fruit de 17 ans de mes études surtout à :

*Avant tout je remercie Dieu qui m'a donné la santé, la volonté et le soutien
pour achever ce travail*

*A mon cher père **Achour**, Le plus grand amour dans mon cœur, le meilleur
guide dans ma vie symbole de sacrifice, de courage et de générosité, que Dieu te
protège et te garde pour nous.*

*A la plus chère à mon cœur **Dahbia**, la bougie qui a éclairé ma vie et qui a
contribué à ma réussite, qui m'a toujours aidée avec son d'Oaa, et j'espère lui rendre
tout ce qu'elle a fait pour moi. Merci de toute ma chère mère.*

*Je dédie ce travail spécialement A mon seul frère **Ayoub** et mon premier
supporter de toute ma carrière, et pour m'avoir constamment soutenu moralement et
m'encourager à aller de l'avant*

*A toute la famille **Benotemane** de près ou de loin*

*A mon binôme **Safa** qui a partagé avec moi les bons et les durs moments
A mes chères Amies : **Rawia, Safa, Radhia, Khawla, Soulef, Souria, Naziha,**
Nora, Saliha, Djihane, Amani, Omaima .*

Pour moi, je suis toujours fier de moi

*A mes chers enseignants que ce soit du primaire, du moyen, du Secondaire et
de l'enseignement Supérieur En particulier **Dr Merzoug Seyf Eddine***

*A la personne qui m'ont consacré temps, patience et conseils surtout dans les
moments difficiles.*

*Enfin, A toute ma promotion d'écologie et toute personne qui a contribué à
élaboration de ce travail*

Cheima



Dédicace

Avec l'aide de Dieu, qu'il nous a donné le courage de traverser tous les moments difficiles et de terminer notre projet de fin d'études.

Je dédie ce travail :

*A mes chers parents **Abd Elouahab & Razika** pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur soutien tout au long de mes études*

*A mes sœurs adorables **Amira & Hana**, avec tous mes meilleurs vœux de les voir réussir dans leur vie.*

*A mon cher fiancé **Ahmed** qui a été toujours avec moi*

*A tous les membres de ma familles, petits et grands spécialement **Sarah, wiam, Rabe***

*A mon binôme **Chaima** et tous mes amies (**Lydia, Khaoula, Radhia, Souria, Rawia, Soulef, Selsabil, Naziha**) merci pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables*

*A mes chers enseignants que ce soit du primaire, du moyen, du Secondaire et de l'enseignement Supérieur En particulier **Dr Merzoug Seyf Eddine***

*A mon chat **prince***

*Enfin, je dédie ce mémoire à chacun qui a participé à sa réalisation de pré ou de loin spécialement **Noura & Sara**,*

Merci à tous.

Safa

Table de Matière

Liste des figures	I
Liste des tableaux	II
Liste d'abréviations	III
Résumé	IV
Introduction	1

Chapitre I : Généralité sur l'eau et ces sources de pollution

1 Définition de l'eau	3
2 La répartition de l'eau sur la terre.....	3
3 Cycle naturel de l'eau	4
4 Ressource hydrique	5
4.1 Les eaux souterraines	5
4.2 Les eaux de surface	5
4.3 Les eaux des mers et des océans	6
5 Propriétés de L'eau	6
5.1 Propriétés physiques	6
5.2 Propriétés chimiques	7
5.3 Propriétés biologiques.....	7
6 Usage de L'eau.....	7
6.1 Les besoin en eau potable.....	7
6.2 Utilisation de l'eau dans l'industrie	8
6.3 Utilisation de l'eau en agriculture	8
6.4 Les usages liés aux loisirs	8
6.5 Autres utilisations	8
7 Pollution de l'eau.....	9
7.1 Origine de la pollution	9
7.1.1 La pollution domestique.....	9
7.1.2 La pollution industrielle	9

7.1.3	La pollution agricole	9
7.1.4	La pollution liée au phénomène naturel	10
7.2	Type de pollution	10
7.2.1	La pollution biologique	10
7.2.2	La pollution chimique	10
7.2.3	La Pollution physique	11
8	Effets et conséquences de la pollution de l'eau	11
9	Maladies à transmission hydriques	12
9.1	Maladies d'origine bactériennes	12
9.2	Maladies d'origine virales	13
9.3	Maladies d'origine parasitaires	13
10	Mode de contamination de l'eau de boisson	14

Chapitre II: Présentation de la zone d'étude

1	Situation géographique de la Wilaya de Mila.....	15
2	Situation géographiques de la commune d'Oued El Athmania	15
2.1	Climatologie	16
2.1.1	Precipitation	18
2.1.2	Temperature	17
2.1.3	Vent.....	18
2.1.4	Humidité.....	19
2.1.5	Diagramme Ombrothermique.....	20
2.1.6	L'indice pluviométrique d'Emberger.....	21
3	Présentation de la zone d'étude : Barrage Hammam Grouz	23
3.1	Les caractéristiques principales de Hammam Grouz.....	24
3.2	Destination et le rôle de Barrage.....	24

3.3 Les sources de la pollution remarques dans le Barrage	25
---	----

Chapitre III : Matériel et méthodes

1 Echantillonnage	26
1.1 Nature et période de l'échantillonnage	26
1.2 Lieu de prélèvement	27
1.3 Matériel utilisé	28
1.4 Mode de prélèvement	30
1.5 Etiquetage et transport pour des échantillons.....	30
2 Les analyses physico-chimiques	31
2.1 Les analyses physiques.....	31
2.1.1 Température.....	31
2.1.2 Potentiel d'hydrogène (pH).....	31
2.1.3 Conductivité Électrique (CE)	33
2.1.4 Oxygène dissous	34
2.2 Les analyses chimiques	34
2.2.1 Nitrates (NO_3^-).....	34
2.2.2 Nitrites(NO_2^-)	35
2.2.3 Demande chimique en oxygène (DCO)	36
2.2.4 L'Azote ammoniacal (NH_4^+).....	37
2.2.5 Phosphates (PO_4^{3-}).....	38
3 Analyses bactériologiques	39
3.1 Recherche et dénombrement des coliformes totaux.....	39
3.1.1 Définition des coliformes totaux.....	39
3.1.2 Définition des coliformes fécaux ou thermo tolérants	40
3.2 Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux (Enterocoques)	42
3.3 Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite réductrices (<i>Clostridium</i>)	

.....	44
3.4 Recherché des germes pathogènes.....	47
3.4.1 Recherche des staphylocoques	47
3.4.2 Recherche de Salmonella et Shigella	48
3.4.2.1 <i>Shigella</i>	48
3.4.2.2 <i>Salmonella</i>	49
3.4.3 Recherche de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	50
3.4.4 Recherche de <i>Vibrio cholérique</i>	52
4 L'identification	53
4.1 Examen macroscopique des caractères cultureux.....	53
4.2 Examen microscopique	54
4.2.1 Coloration de Gram	54
4.3 L'identification biochimique	55

Chapitre IV : Résultats et discussion

1 Les résultats des analyses physico-chimiques	57
1.1 Température (°C)	57
1.2 Potentiel Hydrogène (pH)	58
1.3 Conductivité électrique (CE)	59
1.4 Oxygène dissous (O ₂)	60
1.5 Nitrates (NO ₃ ⁻)	61
1.6 Nitrites (NO ₂ ⁻)	62
1.7 Azote ammoniacal (NH ₄ ⁺)	64
1.8 Phosphates (PO ₄ ⁻³)	65
1.9 Demande chimique en oxygène (DCO)	66
2 Les résultats des analyses bactériologiques	67

2.1 Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	67
2.1.1 Coliformes totaux	68
2.1.2 Coliformes Fécaux	68
2.2 Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	69
2.3 Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito- réductrices (ASR) (<i>Clostridium</i>)	71
2.4 Recherche et identification des Les germes pathogènes	72
2.4.1 Identification macroscopique des colonies	73
2.4.2 L'identification microscopique des bactéries	77
2.4.3 Identification par les Api 10s	80
Conclusion et perspectives	81
Références bibliographiques.....	83
Annexes.....	i

Figure	Titre	N°
Figure 01	La molécule de l'eau	3
Figure 02	Répartition des ressources en eau entre 2000 et 2025 dans le monde	4
Figure 03	Cycle de l'eau	5
Figure 04	Situation géographique de Wilaya de MILA	15
Figure 05	Situation géographique d'Oued El Athmania	16
Figure 06	Histogramme des variations annuelles de la température	17
Figure 07	Histogramme des variations annuelles des précipitations	18
Figure 08	Histogramme des variations annuelles de vent	19
Figure 09	Histogramme des variations annuelles de l'humidité	20
Figure 10	Diagramme Ombrothermique Bagnouls et Gausson de la commune d'Oued El Athmania	21
Figure 11	Situation de la commue d'Oued El Athmania dans le climagramme d'Emberger	22
Figure 12	Situation géographique de Barrage Hammam Grouz	23
Figure 13	Situation géographique des sites de prélèvement.	27
Figure 14	Organigramme du matériel utilisé	29
Figure 15	Etiquetage des échantillons	31
Figure 16	Transport des prélèvements	31
Figure 17	Mesure de pH	32
Figure 18	Mesure de la conductivité	33
Figure 19	Mesure d'oxygène dissous	34
Figure 20	Mode opératoire des Nitrates	35

Figure 21	Mode opératoire des Nitrites	36
Figure 22	Mode opératoire de mesure DCO	37
Figure 23	Matériel de la mesure d'Azote ammoniacal	38
Figure 24	Mode opératoire des phosphates	39
Figure 25	Protocole de recherche et dénombrement des coliformes totaux, fécaux et <i>E. coli</i> dans les eaux par technique de NPP	42
Figure 26	Protocole de recherche et dénombrement des entérocoques fécaux dans les eaux par technique de NPP	44
Figure 27	Protocole de la recherche et du dénombrement des <i>Clostridium</i> Sulfito-réducteurs dans les eaux	46
Figure 28	Protocole de recherche de Staphylococcus	48
Figure 29	Protocole opératoire de la recherche de <i>Salmonella et Shigella</i> dans les eaux	50
Figure 30	Protocole de recherche de <i>Pseudomonas</i> dans les eaux	51
Figure 31	Protocole opératoire de recherche et identification de <i>Vibrio</i> dans les eaux	53
Figure 32	Procédure de la coloration de Gram	55
Figure 33	Protocole d'une préparation de la galerie Api 10s	56
Figure 34	Variations de la Température des eaux de Barrage Hammam Grouz- Mila	57
Figure 35	Variations de pH des eaux de Barrage Hammam Grouz -Mila	58
Figure 36	Variations de la conductivité électrique (CE) des eaux de Barrage Hammam Grouz -Mila	59
Figure 37	Variations de l'Oxygène dissous dans les eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila	60
Figure 38	Variations des Nitrates des eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila	61
Figure 39	Variations des Nitrites des eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila	62
Figure 40	Variations de Azote ammoniacal des eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila	64

Figure 41	Variations des teneurs des Phosphates des eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila	65
Figure 42	Variations des teneurs de la DCO dans les eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila	66
Figure 43	Dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans les eaux de Barrage Hammam Grouz.	67
Figure 44	Estimation des coliformes totaux des eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila	68
Figure 45	Estimation des coliformes fécaux des eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila	68
Figure 46	Dénombrement des streptocoques fécaux des eaux de barrage Hammam Grouz-Mila	69
Figure 47	Estimation des streptocoques fécaux dans les eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila	70
Figure 48	Résultat de la recherche et dénombrement des ASR dans la gélose VF	71
Figure 49	Aspect des colonies sur le milieu Héctoèn	73
Figure 50	Aspect des colonies sur le milieu SS	73
Figure 51	Aspect des colonies sur le milieu GNAB	74
Figure 52	Aspect des colonies sur le milieu Chapman	74
Figure 53	Aspect des colonies sur gélose Nutritif	75
Figure 54	Aspect des colonies sur le milieu VF	75
Figure 55	Aspect des colonies sur gélose King A	76
Figure 56	Aspect des colonies sur gélose King B	76
Figure 57	Bacille Gram négative à partir Héctoèn	77
Figure 58	Bacille Gram négative à partir du SS	77
Figure 59	Bacille Gram négative à partir du GNAB	78
Figure 60	Cocci Gram positive à partir du milieu Chapman	78

Figure 61	Bacille Gram positive à partir de milieu GN	78
Figure 62	Bacille Gram positive à partir du milieu VF	79
Figure 63	Bacille Gram négative à partir du King A	79
Figure 64	Bacille Gram négative à partir du King B	79
Figure 65	Profile Biochimique de la souche <i>Salmonella choleraesuls ssp arizonael</i>	81
Figure 66	Profile Biochimique de la souche <i>Entrobacter aérogènes Hafnia alvei</i>	81
Figure 67	Profile Biochimique de la souche <i>Salmonella choleraesuls ssp arizonael</i>	81
Figure 68	Profile Biochimique de la souche <i>Citrobacter brakii salmonella choleraesuis spp arizonael</i>	81

Tableaux	Titre	N°
Tableau 01	Les principales maladies d'origine bactérienne et leurs agents responsables	12
Tableau 02	Les principales maladies d'origine virales et leurs agents responsables	13
Tableau 03	Les principales maladies d'origine Parasitaires et leurs agents responsables	13
Tableau 04	Synthèse climatique de la commune d'Oued El Athmania dans la période	17
Tableau 05	Variation annuelle de température et précipitation de Commune Oued El Athmania	21
Tableau 06	les principales caractéristiques de Barrage Hammam Grouz	24
Tableau 07	Nature et période du prélèvement	27
Tableau 08	Présentation des points de prélèvement	28
Tableau 09	Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température	58
Tableau 10	Grille d'estimation de la qualité de l'eau selon le pH	59
Tableau 11	Grille de la qualité des eaux superficielles pour la CE	60
Tableau 12	Qualité des eaux en fonction de la saturation en oxygène dissous	61
Tableau 13	Grille de qualité des eaux en NO_3^-	62
Tableau 14	Grille de la qualité des eaux en NO_2^-	63
Tableau 15	Grille de la qualité des eaux superficielle de NH_4^+	65
Tableau 16	Grille de la qualité des eaux superficielle pour PO_4^{-3}	66
Tableau 17	Grille de la qualité des eaux superficielle pour la DCO	67
Tableau 18	Dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices	72
Tableau 19	Aspects macroscopiques des colonies bactériennes isolées	73
Tableau 20	Aspects microscopiques des colonies bactériennes isolées	77
Tableau 21	Les espèces identifiées par l'API 10s	80

- : Caractère négatif
- % : Pourcent
- + : Caractère positif
- ± : Plus ou moins
- ° : Degré
- °C : Degré Celsius
- °K : kelvin
- µm : Micromètre
- ABH** : Agence de Bassin hydrographique
- ANBT** : Agence Nationale des Barrages et transferts
- ANRH** : L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
- ASR** : Anaérobies sulfito-réducteurs
- BCPL** : Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol
- Ca²**: Calcium
- Cd** : Cadmium
- CE** : Conductivité électrique
- CF** : Coliforme fécaux
- CIT** : Citrate
- CT** : Coliforme totaux
- DCO** : La demande chimique en oxygène
- E. coli** : Escherichia coli
- erg** : ergon grec unité d'énergie
- Fig.** : Figure
- GNAB**: Gélose nutritive alcaline de billé
- h** : Heure
- H₂S** : Hydrogène sulfuré
- ha**: Hectare
- hm³** : Hectomètre cube
- Km³** : Kilomètre cube
- Km²** : Kilomètre carré
- L**: Litre
- m/s** : Mètre par seconds
- m³** : Mètre cube

mg/l : Milligramme par litre
Mg²⁺: Magnesium
ml : Millilitre
N°: Numéro
Na⁺: Sodium
Na₂SO₃: Sulfite de Sodium
NaCl : Chlorure de Sodium
NaOH : hydroxyde de sodium
NGA : National géographique Algérien
nm : nano mètre
NO₃ : Nitrate
NPP : Nombre le Plus Probable
OD : L'Oxygène dissous
OMS : Organisation mondiale de la santé
ONPG: Ortho-Nitro phenol-B-D-Galactosidase
OX : Oxydase
P : Précipitation
Pb : Plomb
PCB : polychlorobiphényles
pH : Potentiel Hydrogène
PO₄⁻³ : Phosphates
PP : Précipitation annuelle moyenne
SF: spectrocoques fécaux
SMA : Station météorologique Ain Tine
SS: *Salmonella-Shigella*
STEP: Stations d'épurations des eaux usées Ain Baida Herriche.
T : Température
TDA : Tryptophane désaminase
URE : Urée
VF : viande foie
Zn : Zinc

RESUME

Barrage Hammam Grouz appartient à la commune Oued El Athmania wilaya de Mila. Il a été réalisé par une entreprise de construction algérienne (Entreprise Nationale de Réalisation des Barrages (E.N.R.B), l'eau stockée dans la retenue est utilisée pour irrigation des terrains agricoles avoisinantes, ainsi que pour abreuver les animaux, et prochainement sa se peut que l'eau va être utilisée dans l'alimentation vu les problèmes de fluctuation des précipitations dans la région. L'objectif global de cette étude est d'évaluer la qualité de l'eau de ce Barrage en réalisant une série d'analyses. La qualité de l'eau a été étudiée à travers des analyses physico-chimiques (T, pH, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , DCO, O_2), et bactériologiques (Coliformes totaux et fécaux, Streptocoques fécaux, ASR et les germes pathogènes). On a effectué trois prélèvements pendant trois mois (Février, Mars, Avril, 2023).

Les résultats des analyses physico-chimiques effectués ont montré que l'eau de ce Barrage est de qualité bonne à passable pour la majorité des analyses à exception d'une légère pollution organique pour les paramètres DCO et NH_4 . Pour les résultats bactériologiques ils ont révélé une présence d'une contamination fécale, ainsi que la présence de quelques germes pathogènes tels que les *salmonelles* et les *Vibrio cholériques*.

D'après ces résultats l'eau de Barrage Hammam Grouz présente une légère pollution qui nécessite la création d'une station d'épuration des eaux de Barrage pour améliorer et protéger l'environnement et la santé humaine.

Mots clé : Barrage Hammam Grouz, Analyses physico-chimiques, Analyses bactériologiques, Contamination fécale, Santé humaine.

ABSTRACT

The Hammam Grouz dam belongs to the commune Oued Athmania Wilaya de Mila. It was built by an Algerian construction company (Entreprise Nationale de Réalisation des Barrages (E.N.R.B), the water stored in the reservoir is used to irrigate neighbouring agricultural terrains, as well as to water the animals, and soon it may be that water will be used in the diet given the problems of fluctuating precipitation in the region. The overall objective of this study is to assess the water quality of this Dam by carrying out a series of analyses. Water quality was studied through physico-chemical (T° , pH, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , DCO, O_2) and bacteriological (total and faecal coliforms, faecal streptococci, ASR and pathogenic germs) analyses. Where have made three with draws for three months (February, March, and April 2023).

The results of the physico-chemical analyses carried out showed that the water of this dam was of good to fair quality for the majority of the analyses, with the exception of slight organic pollution for the DCO and NH_4 parameters. For bacteriological results they have revealed a presentation of fecal contamination, as well as the presence of some pathogenic germs such as *salmonella* and *Vibrio Cholériques*.

According to these results the water of Hammam Grouz Dam presents a slight pollution that required the creation of a treatment plant of the dam water to improve and protect the environment and human health.

Keywords: Hammam Grouz Dam, Physico-chemical analyses, Bacteriological analyses, fecal contamination, Human health.

الملخص:

تم بناء سد حمام قروز في بلدية واد العثمانية ولاية ميله من قبل شركة إنشاءات جزائرية، تستخدم المياه المخزنة في السد لري الأراضي الزراعية المجاورة وكذلك لشرب الحيوانات و في المستقبل القريب يمكن استخدامه للتزويد بالمياه الصالحة للشرب نظرا لتدبب تساقط الأمطار خلال السنوات الأخيرة في المنطقة . الهدف العام لهذه الدراسة هو تقييم جودة المياه لهذا السد من خلال إجراء سلسلة من التحليلات الفيزيوكيميائية (درجة الحرارة , الحموضة, النترات , النيتريت) و البكتريولوجية (القولونيات الكلية والبرازية، العقدة البرازية والجراثيم الممرضة)، حيث قمنا باخذ ثلاث عينات لمدة ثلاثة أشهر (فيفري , مارس وافريل, 2023).

أظهرت التحليلات الفيزيوكيميائية التي أجريت أن مياه هذا السد ذو جودة جيدة إلى معتدلة بالنسبة لأغلب التحليلات باستثناء تلوث عضوي طفيف بالنسبة لبعض التحاليل مثل تحليل DCO و NH_4 ، فيما يتعلق بالتحليلات البكتريولوجية, فقد كشفت عن عرض للتلوث البرازي، بالإضافة إلى وجود بعض الجراثيم المسببة للأمراض مثل *Salmonelles* و *Vibrio cholériques* ، ووفقاً لهذه النتائج، فإن مياه سد حمام قروز يتخلله تلوث طفيف ولذلك ا يتطلب إنشاء محطة معالجة لمياه السد لتحسين وحماية البيئة وصحة الإنسان.

الكلمات المفتاحية: سد حمام قروز، التحاليل الفيزيوكيميائية، التحاليل البكتريولوجية، التلوث البرازي ، صحة

الإنسان.

Introduction



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

En Algérie, d'après l'Agence nationale des Barrages et transferts (2017) il existe 95 Barrages sont : 67 Barrages en exploitations, 13 Barrages en construction et 15 Barrages en projet, utilisés pour l'alimentation en eau potable, l'industrie et l'irrigation (**ANBT, 2017**).

L'eau est utilisée pour de nombreux usages ; essentiellement : la boisson, la préparation des repas, l'hygiène, l'entretien de l'habitation, les loisirs, la fabrication dans l'industrie, l'irrigation des cultures et l'abreuvement du bétail (**Leemans et al., 2008**).

L'eau peut être aussi une source de maladie. D'après un rapport de l'organisation mondiale de la santé cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année à cause maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson contaminés (**Pulm, 1991**).

La pollution des eaux peut être minérale ou microbienne. Plusieurs types de pollution peuvent affecter un cours d'eau tel que la pollution physique se traduisant en une altération de la transparence de l'eau (présence de matières en suspension), la pollution chimique due à la présence de substances chimique indésirable (détergent) ou toxiques (métaux) et la pollution biologique qui résulte de la présence des bactéries et des virus pouvant affecter la santé humaine (**Rimini, 2005; Rebetafika et al., 2006; Ayacha et al., 2010**).

Les études menées par le plan bleu pour l'environnement et le développement de la méditerranée, sous l'égide du programme des nations unies pour l'environnement, indiquent que les régions méditerranéennes, et notamment l'Algérie, seront confrontées à l'horizon 2050 à une forte diminution et à une importantes pollution des ressources en eau induites par la pression anthropique (agriculture, industrialisation, urbanisation, tourisme...) (**Khodir, 2002**) et le manque de sensibilisation de la population envers la protection de l'environnement, conduisent autant à un déséquilibre de l'écosystème et génèrent des éléments polluants qui peuvent affecter la qualité physico-chimique et biologique des milieux aquatiques récepteurs (**Makhoukh et al., 2011**).

En effet, la pollution des eaux est accidentelle ou volontaire par certains produits chimiques d'origine industrielle (hydrocarbures, phénols, colorants,..) ou agricole (pesticides, engrais,..) constitue une source de dégradation de l'environnement et suscite à

l'heure actuelle un intérêt particulier à l'échelle internationale (**Mohamed Ben Ali, 2014**).

Parmi les nombreux micro-organismes qui peuplent les eaux sont les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux et les Clostridium sulfite-réducteurs se qui sont des indicateurs les plus utiles pour estimer la contamination bactériennes (**Fewtrell et al., 2001**).

L'objectif de ce travail consiste à faire des analyses bactériologiques et physicochimiques pour évaluer la qualité des eaux de Barrage Hammam Grouz d'Oued El Athmania-Mila-Algérie.

Cette étude est répartie en 04 chapitres :

❖ Chapitre 01: est un rappelle sur l'eau de Façon générale ainsi que les sources de pollution qui affectent l'eau et les maladies à transmission hydrique.

❖ Chapitre 02 : Présenté la situation géographique ainsi que la climatologie de la zone étudié Barrage Hammam Grouz à Mila et ces caractéristique.

❖ Chapitre 03 : Consacrée à la méthodologie adoptée pour réaliser la partie expérimentale.

❖ Chapitre 04 : Sous forme d'histogrammes et des figures qui présentent les résultats des analyses seront suivi par une discussion.

On finira par une conclusion générale et quelques perspectives.

*Chapitre I : Généralité sur l'eau
et ces sources de pollution*



1 Définition de l'eau :

L'eau est l'élément vital pour la vie, c'est la boisson naturelle par excellence. C'est un liquide, inodore, incolore, sans goût, transparent et de pH neutre, c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants. Elle peut se trouver, dans la nature, sous les trois formes : liquide, gazeuse et solide (Perry, 1984; Bernard, 2007).

L'eau est un corps composé, constitué des éléments oxygène et hydrogène, L'eau est un enjeu majeur du XXI^e siècle. Protéger et restaurer les milieux aquatiques, mieux gérer et partager cette ressource vulnérable, améliorer la qualité des services d'eau aux usagers sont les principales préoccupations (Oubadi, 2012; Sandrine *et al.*, 2020).

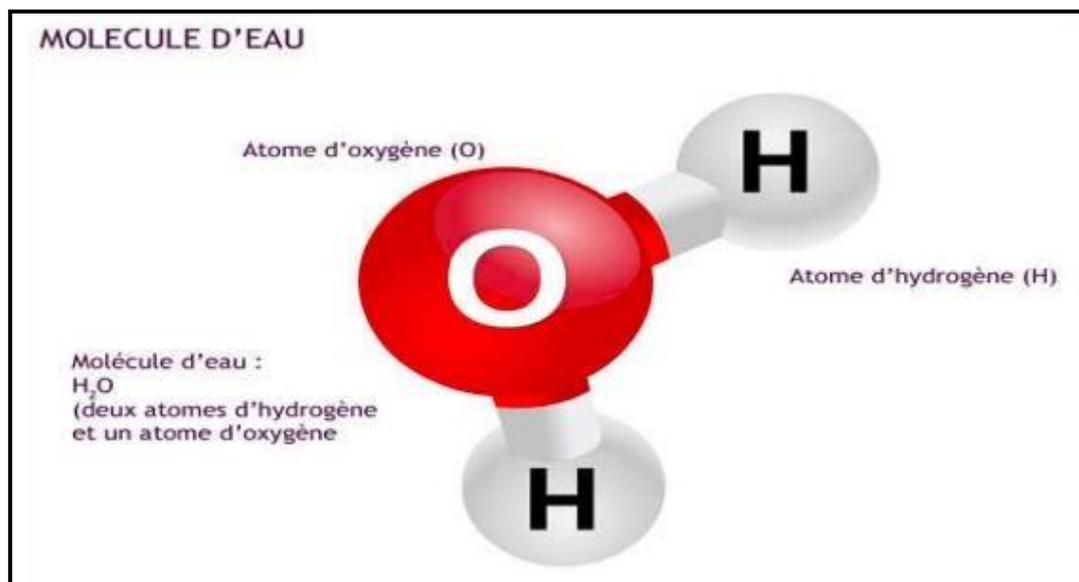


Figure 01 : La molécule de l'eau (Illal *et al.*, 2018).

2 La répartition de l'eau sur la terre

L'eau recouvre les 2/3 de la surface de notre planète. Son volume total est estimé à 1385 millions de kilomètres cubes On peut identifier cinq « réservoirs » qui sont en communication les uns avec les autres :

- Les Océans ;
- Les Glaces ;
- Les Eaux Douces Terrestres ;

- L'eau Atmosphérique ;
- Le Vivant (Guerraiche, 2017).

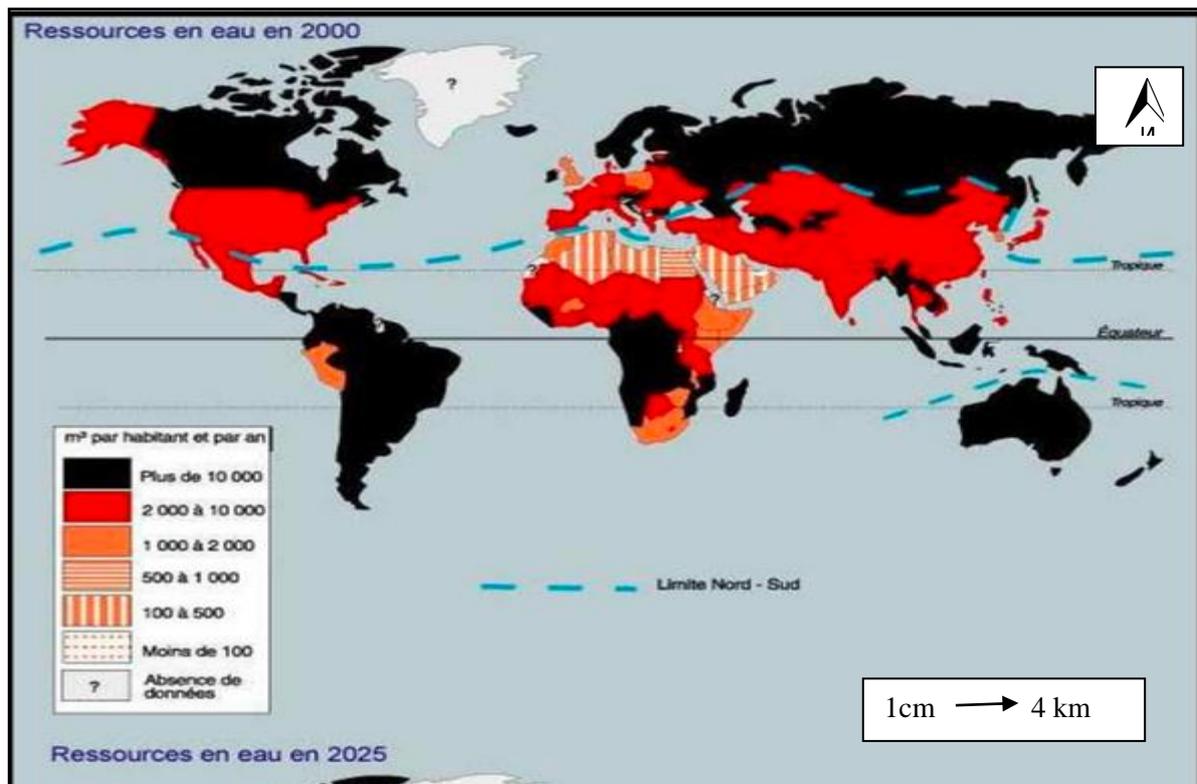


Figure 02 : Répartition des ressources en eau entre 2000 et 2025 dans le monde

(Belli *et al.*, 2021).

3 Cycle naturel de l'eau :

L'eau est transporter sous trois forme : solide, liquide et vapeur, participent au cycle de l'eau par : la vapeur d'eau est transférée depuis la surface du globe vers l'atmosphère, grâce a l'évaporation de l'eau des océans, des lacs, des rivières, du sol, et grâce a la transpiration des plantes (et des animaux), et grâce a la sublimation de la glace et de la neige , l'eau est transportée dans l'atmosphère soit sous forme vapeur : soit sous forme liquide ou solide au sein des nuages de l'eau est transférée de l'atmosphère vers la Terre par précipitation de l'eau liquide ou solide des nuages, ou par condensation directe de la vapeur d'eau atmosphérique sur les surfaces terrestres l'eau apportée par l'atmosphère est soit rééaporée, soit transportée, A travers les rivières et les aquifères, jusqu'aux océans et le cycle recommence. Notons ici que se sont les changements de phase qui permettent la distillation de l'eau de mer en eau douce (Ducharne, 2011).



Figure 03 : Cycle de l'eau (Zaimeche, 2015).

4 Ressource hydrique :

4.1 Les eaux souterraines :

Les eaux souterraines sont habituellement à l'abri des sources de pollution, elles sont enfouies dans le sol. Puisque les caractéristiques de ces eaux varient très peu dans le temps. Les principales caractéristiques des eaux souterraines sont :

- Contamination bactérienne faible ;
- Turbidité faible ;
- Température constante ;
- Indice de couleur faible ;
- Débit constant ;
- Dureté souvent élevée ;
- Concentration élevée de fer et de manganèse (Ayad, 2017).

4.2 Les eaux de surface :

Les eaux de surface sont l'eau qui coulent ou qui stagnent à la surface du sol (rivières, lacs, étangs, barrages,...). Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement.

Leur composition chimique dépend de la nature des terrains rencontrés durant leur parcours (**Bohy, 2003**). Ces eaux sont le siège, dans la plus part des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans (à l'intérieur) et de l'importante surface de contact avec l'extérieur (**Gaagai, 2017**).

4.3 Les eaux des mers et des océans :

Les mers et les océans constituent des énormes réservoirs d'eau, elles représentent près de 97.4% du volume d'eau existant actuellement sur notre planète, le reste est la part des eaux continentales (eaux souterraine et superficielles). Les eaux de mers sont caractérisées par une grande salinité, elles sont dénommées aussi « eaux saumâtres » ce qui rend leur utilisation difficile, notamment leur coût très élevé pour leur traitement (**Benchoula et al., 2016**).

5 Propriétés de L'eau :

5.1 Propriétés physiques :

Le caractère polaire de la molécule d'eau est à l'origine d'associations possibles entre les molécules d'eau, il donne au lieu à bien des anomalies physiques que nous signalons brièvement, telles que :

- **La Température d'ébullition** : anormalement élevée, si on la compare avec celle des composés de masse moléculaire du même ordre et possédant plusieurs atomes d'hydrogène. Dans les conditions normales elle est de 100°C.
- **La masse volumique** : elle varie avec la température et la pression, mais aussi avec la teneur en sels dissous. L'eau a une masse volumique de 1g/cm³.
- **La viscosité** : elle diminue lorsque la température croît, par contre, elle augmente avec la teneur en sels dissous. Contrairement aux autres liquides, une pression modérée, rend l'eau moins visqueuse aux basses températures.
- **La tension superficielle** : elle est définie comme une force de traction qui s'exerce à la surface du liquide en tendant toujours à réduire le plus possible l'étendu de cette surface. Elle est extrêmement élevée égale à 73 erg/cm à 18°C (**Alloune et al., 2013**).

5.2 Propriétés chimiques :

L'eau est un excellent solvant pour dissoudre de grandes quantités de sels, de gaz et de molécules organiques. Les réactions chimiques de la vie se déroulent en milieu aqueux, ces organismes sont très abondants en eau (jusqu'à plus de 90%). Il a longtemps été considéré comme un solvant neutre qui ne participe guère aux réactions chimiques. La dilution avec de l'eau ralentit surtout l'activité du réactif. En fait, l'eau est un produit chimique très agressif qui peut attaquer les parois du récipient dans lequel elle est contenue, comme dans les bouteilles en verre, où les ions de silicium traversent l'eau. D'un point de vue réglementaire, l'eau pure peut exister, c'est-à-dire une eau exempte de bactéries et de contaminants chimiques, mais d'un point de vue chimique, elle n'existe pas réellement (même l'eau distillée contient des traces prélevées dans les tuyaux et les conteneurs d'ions ou de molécules organiques) (**Dahraoui et al., 2022**).

5.3 Propriétés biologiques :

L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants. Il existe un cycle biologique au cours duquel se produisent une série d'échanges dus à l'eau. C'est le composant principal (en volume) des êtres vivants, en particulier le protoplasme de toutes les cellules. L'eau constitue également la majeure partie de notre alimentation (70 à 95 % de la plupart de nos viandes, fruits et légumes). On peut voir que "l'eau c'est la vie" (**Dahraoui et al., 2022**).

6 Usage de L'eau :

6.1 Les besoin en eau potable :

Le besoin en eau est la notion de quantité d'eau la plus abstraite, souvent matérialisée par des standards. Les besoins en eau sont les volumes d'eau nécessaires aux différents usages correspondant au bien-être des activités humaines (besoins physiologiques, besoins essentiels, besoins culturels, besoins liés aux activités commerciales, agricoles, industrielles, etc.), ainsi qu'au fonctionnement de la nature (besoins nécessaires pour assurer les fonctions écologiques des hydro systèmes et le maintien de la biodiversité (**Bouketta et al., 2020**)).

6.2 Utilisation de l'eau dans l'industrie :

L'eau entre dans les différents stades de la chaîne de fabrication. Elle représente une des matières qui rentrent dans la composition d'un produit comme les besoins et les produits laitiers. Elle est présente aussi dans le processus de fabrication, aussi bien comme élément de refroidissement et comme solvant dans l'entraînement des déchets. L'eau sert à arroser et rincer, cuire, à tempérer, le textiles, les peaux, et les pâtes à papiers. Elle sert également comme produit principal dans les centrales nucléaires, l'eau sous pression est utilisée pour refroidir le cœur des réacteurs. Le volume d'eau demandé par un pays pour son industrie dépend fortement de son degré d'industrialisation (**Hadim et al., 2020**).

6.3 Utilisation de l'eau en agriculture :

L'eau de l'irrigation provient des sources d'eau douce, de rivières, de barrages, de retenues collinaires ou encore de puits. Elle peut provenir aussi des eaux recyclées ou épurées. Les ressources hydriques représentent le cheval de bataille du secteur primaire. Indispensable aussi bien à l'arrosage de champs qu'à l'élevage d'animaux, la sécurité alimentaire reste fonction de cette variable (**Bouketta et al., 2020**).

6.4 Les usages liés aux loisirs :

La voile, le ski nautique, la plongée, la baignade, et la pêche, les piscines et stades nautiques, les bains d'eau chaude naturelle, les stations de ski en hiver et les patinoires (**Kalkoul, 2021**).

6.5 Autres utilisations :

- ✓ Les usages pastoraux (les pratiques sur des pâturages et des parcours) ;
- ✓ Les usages institutionnels (écoles, hôpitaux...) ;
- ✓ L'environnement (débit des fleuves, besoins pour la vie aquatique) ;
- ✓ L'hydroélectricité ;
- ✓ L'élimination des déchets solides et liquides ;
- ✓ La pêche ;
- ✓ La récréation ;
- ✓ La navigation (**Gisèle, 2007**).

7 Pollution de l'eau :

La pollution des milieux aquatiques est définie par l'OMS comme étant : « toute modification des propriétés physiques, chimiques ou biologiques, ou tout rejet de substances liquides, gazeuses ou solides dans l'eau de façon à créer une nuisance ou rendre cette eau dangereuse ou préjudiciable du point de vue, soit de la santé, de la sécurité et du bien être publique, soit de ses usages destinés à des fins domestiques, commerciales, industrielles, agricoles, récréatives et autres, soit de la faune sauvage et aquatique (Guerraiche, 2017).

7.1 Origine de la pollution :

7.1.1 La pollution domestique :

Provenant des habitations, elle est en général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration.

La pollution domestique se caractérise par :

- ✓ Des germes fécaux ;
- ✓ De fortes teneurs en matières organiques ;
- ✓ Des sels minéraux (azote, phosphore) ;
- ✓ Des détergents (Gaujous, 1995).

7.1.2 La pollution industrielle :

La pollution industrielle est provoquée par les rejets d'eau résiduaire d'origine industrielle susceptibles de contenir une infinité de substances plus ou moins biodégradables (Gaujous, 1995). Les polluants d'origine industrielle sont très variés selon le type d'activités : substances organiques banales ou de synthèse, hydrocarbures, sels minéraux, métaux lourds, etc. Ces produits sont exceptionnels mais trop souvent chroniques dans le cas des fuites de réservoir ou de canalisation (Beauchamps, 2006).

7.1.3 La pollution agricole :

L'agriculture est la principale source de la pollution de l'eau, considérée, comme le premier utilisateur et consommateur d'eau. Elle a recourt à des produits chimiques: pesticides, insecticides, désherbants, destructeurs divers de parasites des plantes et engrais azotés qui sont la principale source de nitrates. Les quantités

d'effluents d'élevage et d'engrais minéraux apportés aux cultures, demeurent largement excédentaires par rapport aux besoins. Ainsi l'agriculture produit différents déchets qui migrent dans l'eau et viennent perturber l'équilibre chimique et microbiologique des écosystèmes aquatiques et les divers usages de l'eau (Benayache, 2014).

7.1.4 La pollution liée au phénomène naturel :

Certains considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de pollution par exemple : une éruption volcanique un épanchement sous marin d'hydrocarbures, le contact avec les filons géologiques (métaux, arsenic. une source thermo minérale) (Khattab *et al.*, 2017).

Certaines substances naturellement présentes dans l'environnement entraînent parfois des problèmes de contamination de l'eau potable. Des composés inorganiques comme le baryum, l'arsenic, les fluorures, le sodium, les chlorures, le mercure, le cadmium et les cyanures peuvent contaminer l'eau potable. L'eau souterraine est particulièrement vulnérable lorsqu'il y a présence de métaux dans les formations géologiques environnantes (Fatmia, 2020).

7.2 Type de pollution :

7.2.1 La pollution biologique :

Les micro-organismes comprennent par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. Ils proviennent dans leur immense majorité des matières fécales : on distingue alors la flore entérique normale et les micro-organismes pathogènes (Boutin *et al.*, 2009). Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient dans l'eau sont : Les bactéries; les virus; les parasites; les champignons (Thomas, 1955).

7.2.2 La pollution chimique :

Elle est due aux polluants chimiques de nature organique et minérale générés par les différentes activités anthropiques. Ce type de pollution regroupe les solvants, les métaux (Zn, Pb, Cd,.....), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les polychlorobiphényles (PCB), les produits pharmaceutiques, les pesticides, les sels... (Benkaddour, 2018).

7.2.3 La Pollution physique :

La pollution physique est une modification de la qualité physique du milieu.

Les trois principaux agents de cette pollution sont :

- La chaleur ;
- Les éléments solides entraînés par l'eau ;
- La radioactivité est potentiellement le plus dangereuse des polluants physiques

(Berebouh, 2017).

8 Effets et conséquences de la pollution de l'eau :

Les conséquences écologiques de la pollution des ressources en eau se traduisent par la dégradation des écosystèmes aquatiques :

✓ Tout d'abord, l'eau a comme propriétés de dissoudre la plupart des substances minérales ou organiques et de mettre en suspension les matières insolubles. En contamination.

✓ Par ailleurs, les gaz sont peu solubles dans l'eau, Les milieux aquatique sont donc naturellement pauvres en oxygène dissous, élément indispensable à la respiration de la faune aquatique. Or, la dégradation (l'élimination), par le milieu de la pollution organique est fortement consommatrice d'oxygène : plus la pollution organique n'est forte, plus le milieu concerné s'appauvrit en oxygène. Ce phénomène peut aller jusqu'à l'anoxie de l'eau (absence d'oxygène), avec des conséquences très graves pour la faune.

✓ La relative pauvreté naturelle en oxygène dissous des milieux aquatiques amène les animaux à absorber de très grandes quantités d'eau pour satisfaire leurs besoins en oxygène. Ils risquent donc, beaucoup plus que les animaux terrestres, d'ingérer de grandes quantités de toxiques, même lorsque ceux-ci ne se trouvent qu'en très faibles quantités dans le milieu.

✓ Enfin, les variations naturelles de température des milieux aquatiques sont d'une amplitude beaucoup plus faible que celle des milieux terrestres. Les organismes aquatiques sont donc nettement plus sensibles aux changements de température (Mezerdi, 2020).

9 Maladies à transmission hydriques :

Les maladies hydriques sont « les maladies liés à la qualité de l'eau et à l'accès à l'eau potable. Les maladies à transmission hydrique constituent un groupe de maladies à allure épidémique, dont la symptomatologie est le plus souvent digestive (diarrhées, vomissement ...) et dont la nature et propagation sont liées à divers facteurs, comme la mauvaise qualité de l'eau, le manque d'hygiène et la pauvreté » (Amghar *et al.*, 2017).

Les maladies hydriques sont toutes les maladies causées par la consommation d'eau contaminée par des fèces animales ou humaines, qui contiennent des microorganismes pathogènes ou qui sont liées au cycle de l'eau (Labbaci *et al.*, 2017).

9.1 Maladies d'origine bactériennes :

Les bactéries constituent la forme d'organismes responsables de maladies hydriques qui a été identifiée en premier par Louis Pasteur (Tab.01). Ce sont des organismes unicellulaires dont le matériel génétique n'est pas protégé par une coque. Les bactéries présentent la particularité de pouvoir se développer dans tous les milieux (Mbongo, 2015).

Tableau 01 : Les principales maladies d'origine bactérienne et leurs agents responsables (Amiri *et al.*, 2014).

Maladies d'origine bactérienne	Agent responsables
Fièvre typhoïdes et paratyphoïdes	<i>Salamonella typhi</i> <i>Salamonella paratyphi</i> A et B
Dysenterie bacillaire	<i>Shigella</i>
Choléra	<i>Vibrio cholerae</i>
Gastro_ entérites aiguës et Diarrhées	<i>Escherichia coli</i> entérotoxinogène <i>Yerstina enterocolittica</i>

9.2 Maladies d'origine virales :

Les virus responsables d'infection hydriques sont excrétés dans les selles d'individus infectés (**Tab.02**). Il a été démontré que plus de 130 virus pathogènes, que l'on peut dénommer virus entériques, peuvent être éliminés dans les fèces humaines (**Amiri et al., 2014**).

Tableau 02 : Les principales maladies d'origine Virales et leurs agents responsables (**Amiri et al., 2014**).

Maladies d'origine Virale	Agent responsables
Hépatites A et E	<i>Virus Hepatite A et E</i>
Poliomyélite	<i>Virus Polymeylitique</i>
Gastro_ entérites aiguës et diarrhées	<i>Virus de Norwalk</i> <i>Rotavirus</i> <i>Astrovirus</i>

9.3 Maladies d'origine parasitaires :

En plus des maladies d'origine bactérienne et virale, on a d'autres maladies d'origine Hydrique dues à des parasites (**Tab.03**) (**Labbaci, 2017**).

Tableau 03 : Les principales maladies d'origine Parasitaires et leurs agents responsables (**Amiri et al., 2014**).

Maladies d'origine parasitaires	Agents responsables
Dysenterie amibienne	<i>Giradia lambila</i>
Gastro-entérites	<i>Cryptosporium</i>

10 Mode de contamination de l'eau de boisson :

Les microorganismes sont principalement amenés vers les eaux de surface par les rejets D'eaux usées domestiques et les rejets d'élevages.

➤ Élimination par malades ou porteurs « sains » des germes pathogènes avec les selles (péril fécal) contamination des mains, de légumes, d'eaux de surface, de puits non protégés, de nappes phréatiques superficielles, de canalisations défectueuses

➤ Multiplication et conservation des germes pathogènes en milieux aqueux ou sur sols humides Elles peuvent contaminer l'homme soit par :

- Transmission directe d'eau, soit lors d'un bain ou d'un contact avec des eaux à usage Récréatives.

- Transmission indirecte d'aliments contaminés par l'eau ou objets souillés par eau ou main sale cette dernière voie de transmission semble avoir une importance croissante à travers les produits de la mer, tels que fruits de mer et poissons, récoltés dans des zones microbiologiquement contaminées et qui sont souvent mis en cause (**Boughrbi et al., 2019**).

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude



La commune de Oued El Athmania est située dans les hautes plaines constantinoises au Sud de la wilaya de Mila. Elle est limitée :

- Au Nord-Ouest par la commune de Sidi Khalifa (wilaya de Mila) ;
- Au Nord-est par la commune d'Ibn Ziad (wilaya de Constantine) ;
- A l'Est par la commune d'Ain Smara (wilaya de Constantine) ;
- Au Sud-est par la commune d'Oued Segouine (wilaya de Mila) ;
- Au Sud-ouest par la commune de Chelghoume l'Aid (wilaya de Mila) ;
- Au Sud par la commune de Ain Melouk (wilaya de Mila) (**Benchabane, 2018**).



Figure 05 : Situation géographique d'Oued El Athmania (**Google Earth, 2023**).

2.1 Climatologie :

La situation géographique de la commune d'Oued El Athmania lui donne un climat Sub_humide à hiver froid et été chaud sec par la présence de la pluie et de la neige surtout dans la partie des hautes montagnes de Djebel Ougeb (**Alzohra et al., 2008**).

Tableau 04 : Synthèse climatique de la commune Oued El Athmania dans la période (2011-2021) (SMA, 2023).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
T (C°)	8,9	9,0	11,3	14,5	17,7	23,4	28,6	26,3	22,3	18,7	13,2	9,7
PP (mm)	83	99	96	55	51	25	7	24	32	58	70	73
Humidité %	74	76	72	70	63	54	43	49	64	66	73	76
Vent (m/s)	21	22	18	18	17	16	17	21	22	20	23	20

2.1.1 Température:

La température est un facteur climatique très important qui réagit directement en interaction avec les autres facteurs météorologiques (précipitation, humidité, etc.) (Belabed, 2010).

Selon histogramme au dessous on prisées que la valeur maximal de température enregistre durant le mois Juillet (28,6°C), a l'inverse la valeur minimale est notée pendant le mois Janvier (8,9°C) (Fig.06).

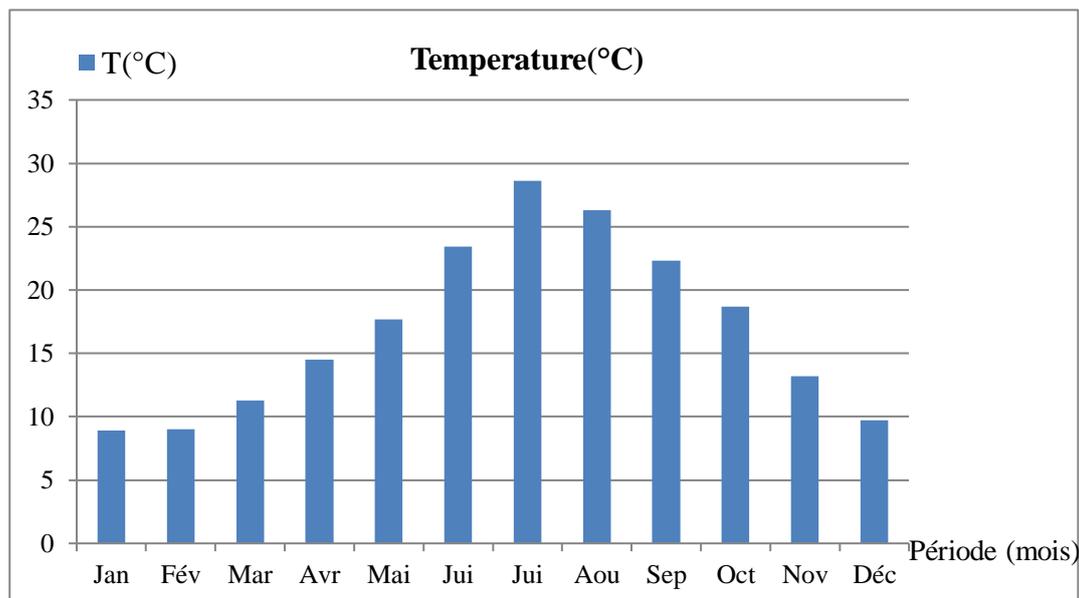


Figure 06 : Histogramme des variations annuelles de la température (2011-2021) (SMA, 2023).

2.1.2 Précipitation :

La précipitation est un facteur climatique essentiel, Leur intensité, leur continuité et leur périodicité sont l'origine même de l'écoulement, de sa localisation et de sa violence (Godard *et al.*, 2002; Kerdoud, 2006).

D'après les données climatiques de la région d'Oued El Athmania, la moyenne annuelle des pluies précipitées dans la période (2011-2021) est 673mm, le mois le plus arrosé est Février (99 mm) et le mois le moins arrosé est Juillet (7 mm) (Fig.07).

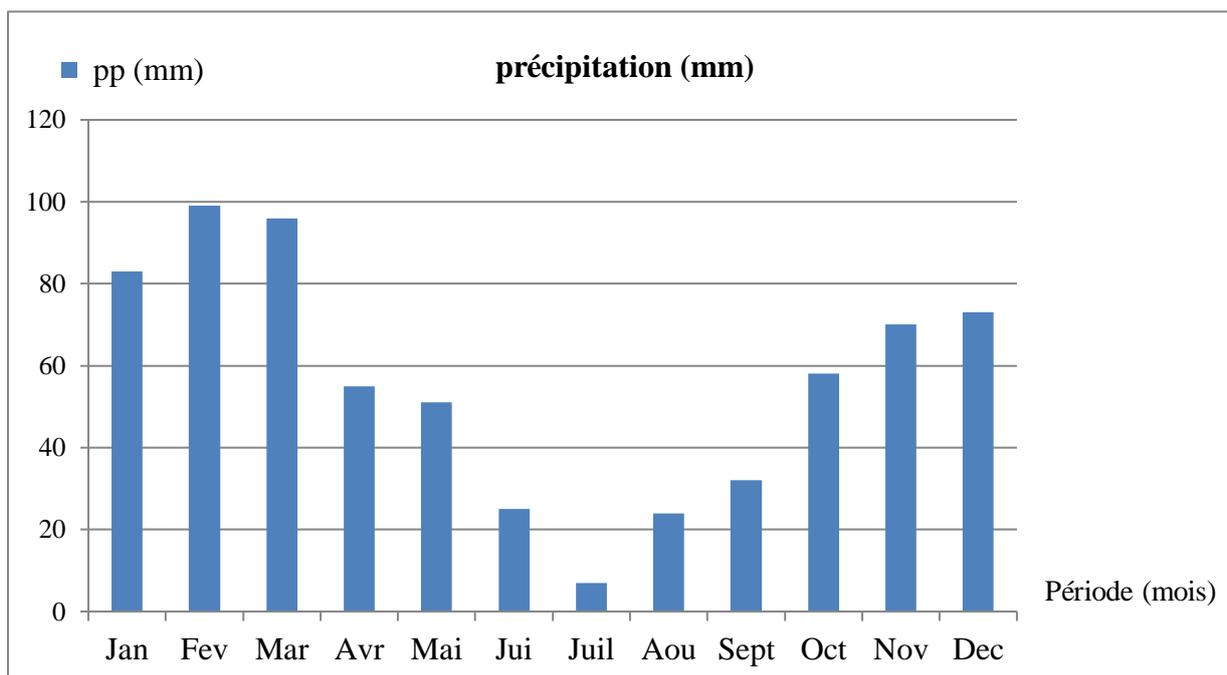


Figure 07 : Histogramme des variations annuelles des précipitations (2011-2021) (SMA, 2023).

2.1.3 Vent :

Le vent fait partie des éléments les plus caractéristiques du climat. Il agit en activant l'évaporation pouvant induire ainsi une sécheresse (Seltzer, 1946).

Concernant la (Fig.08), la valeur de vent la plus élevée est (23 m/s) enregistrée durant le mois de Novembre et la valeur la plus basse (16 m/s) est notée pendant le mois de Juin.

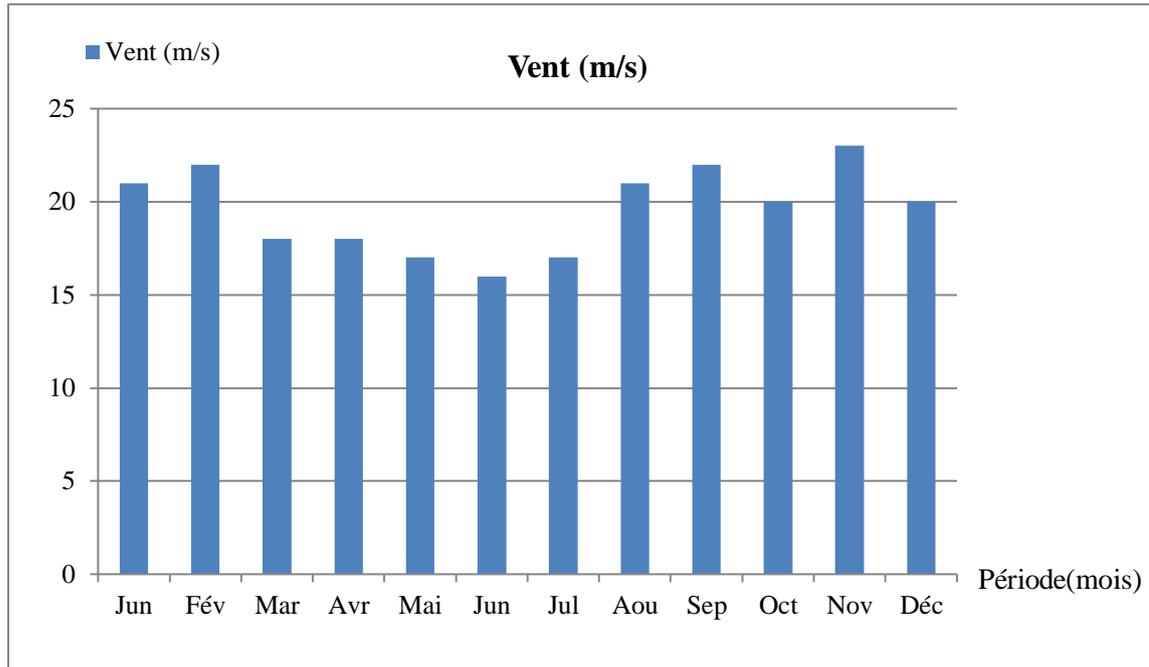


Figure 08 : Histogramme des variations annuelles de vent (2011-2021) (SMA, 2023).

2.1.4 Humidité :

C'est le rapport entre la quantité de vapeur d'eau dans un volume d'air donné et la quantité possible dans le même volume à la même température (Villemeuve, 1974). Elle dépend de plusieurs facteurs climatiques comme la pluviométrie, la température et le vent (Faurie *et al.*, 2003).

A partir des données de (Fig.09), l'humidité atteint son maximum pendant le mois de Février avec (76%), la valeur minimale est noté durant le mois de Juillet avec (43%).

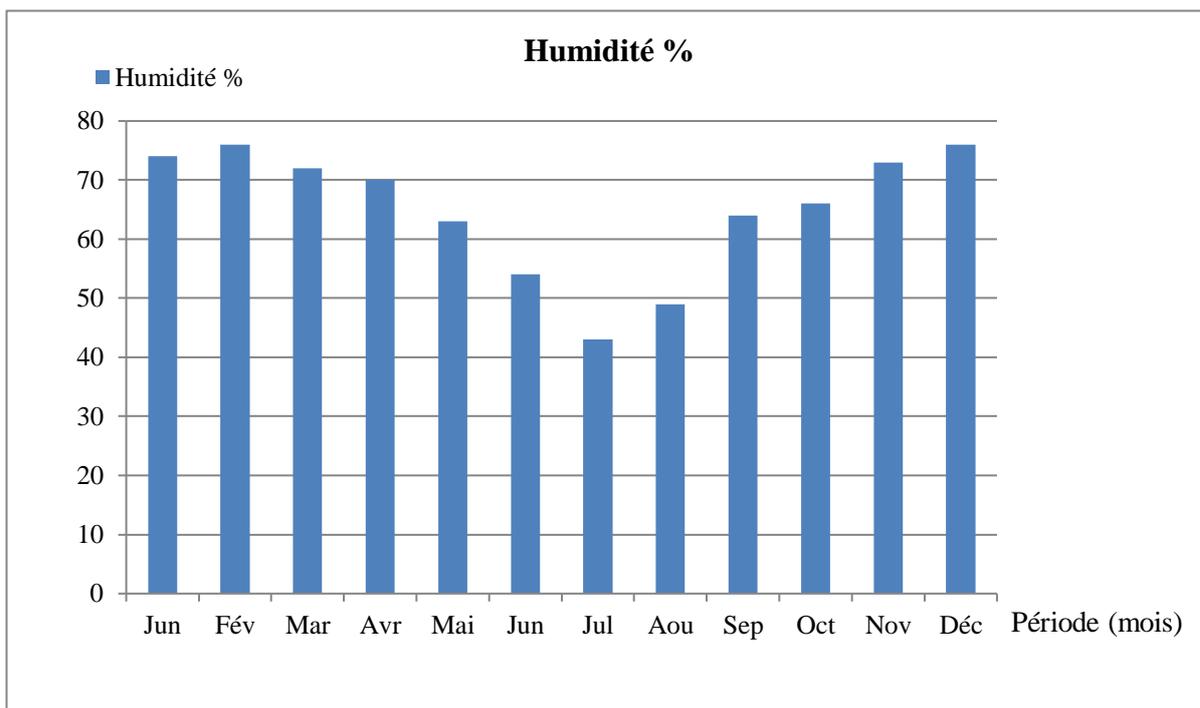


Figure 09 : Histogramme des variations annuelles d'humidité (2011-2021) (SMA, 2023).

2.1.5 Diagramme Ombrothermique :

Le Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls est la combinaison de deux Paramètres climatique principaux, qui sont la température et la précipitation (Bagnouli *et al.*, 1957)

Ce diagramme permet d'estimer les éléments du climat d'une région du point de vue Précipitations et températures pendant une période donnée et permet également de préciser les périodes sèches et humides. Pour ces deux auteurs un mois sec est celui où le total moyen des précipitations exprimé en (mm) est inférieur ou égal au double de la température ($P \text{ (mm)} \leq 2T^{\circ}\text{C}$). Cette relation permet d'établir un graphique sur le quel, les précipitations sont portées à l'échelle double des températures.

D'après la (Fig.10), la wilaya de Mila (Commune d'Oued El Athmania), se caractérise par une période sèche de cinq mois qui s'étale du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre et une autre période humide étend sur six à sept mois du début de Novembre jusqu'à le mois Avril.

Tableau 05 : Variation annuelle de la température et précipitation de commune Oued El

Athmania (2011- 2021) (SMA, 2023).

Mois / Paramètre	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
T (C°)	8.9	9,0	11.3	14,5	17,7	23,4	28,6	26,3	22,3	18,7	13,2	9,7
PP (mm)	83	99	96	55	51	25	7	24	32	58	70	73

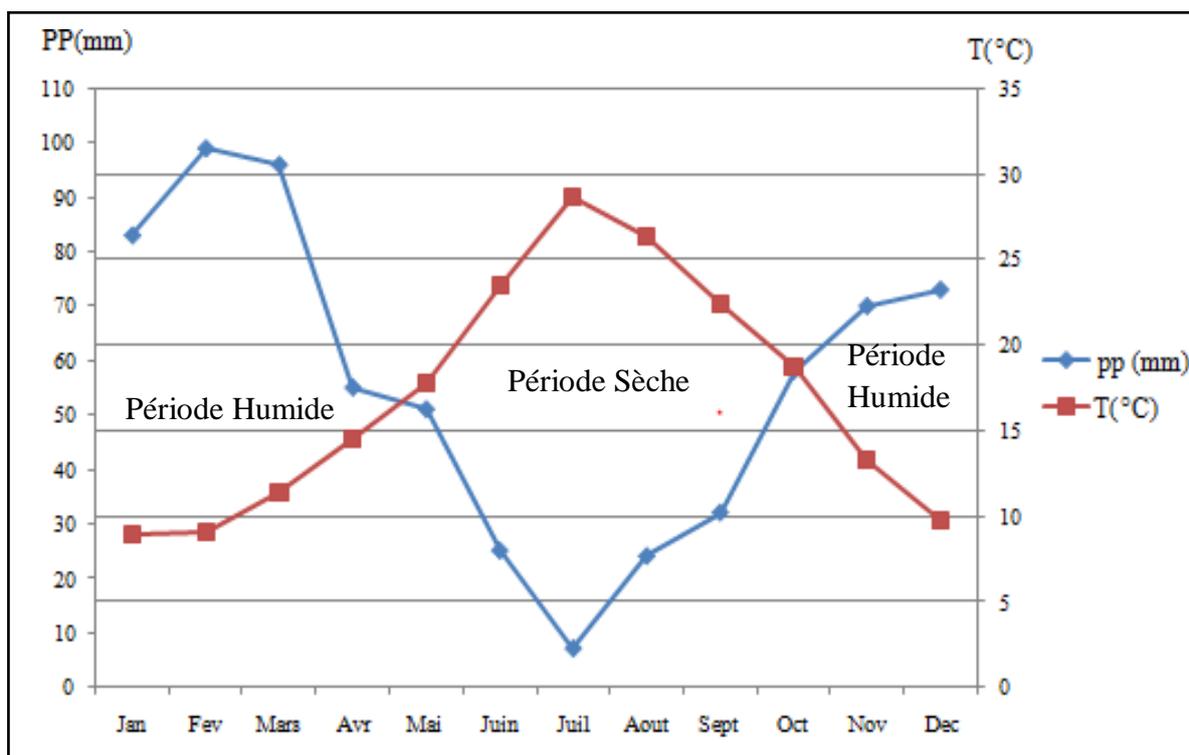


Figure 10 : Diagramme Ombrothermique Bagnouls et Gausson de la commune d'Oued El Athmania (2011 - 2021) (SMA, 2023).

2.1.6 L'indice pluviométrique d'Emberger :

L'indice pluviométrique d'Emberger aide à définir les cinq étages de climat méditerranéen du plus aride jusqu'à celui de haute montagne (Emberger, 1955).

Ce quotient tient compte des précipitations et des températures, il est déterminé comme :

$$Q_2 = \frac{1000 \cdot P}{\left[\frac{M + m}{2} \right] (M - m)}$$

- **Q2** : le quotient pluviométrique d'Emberger ;
- **P** : Pluviométrie annuelle moyenne en mm ;
- **M** : Moyenne maximale du mois le plus chaud (°K) ;
- **m** : Moyenne minimale du mois le plus froid (°K) ;

Les températures sont exprimées en degrés absolus [$T^{\circ}\text{K} = T^{\circ}\text{C} + 273,2$].

Les données météorologiques de la région de Oued el Athmania pendant la période 2011 /2021, montrent que :

P = 673mm

M = 28,6 C° = 301,8K°

Donc : **Q2**=117,01

m= 8,9 C° =282,1K°

L'indice pluviométrique équation d'Oued El Athmania égale 117,01 donc cette région est située dans l'étage bioclimatique Sub-humide à Hiver chaud.

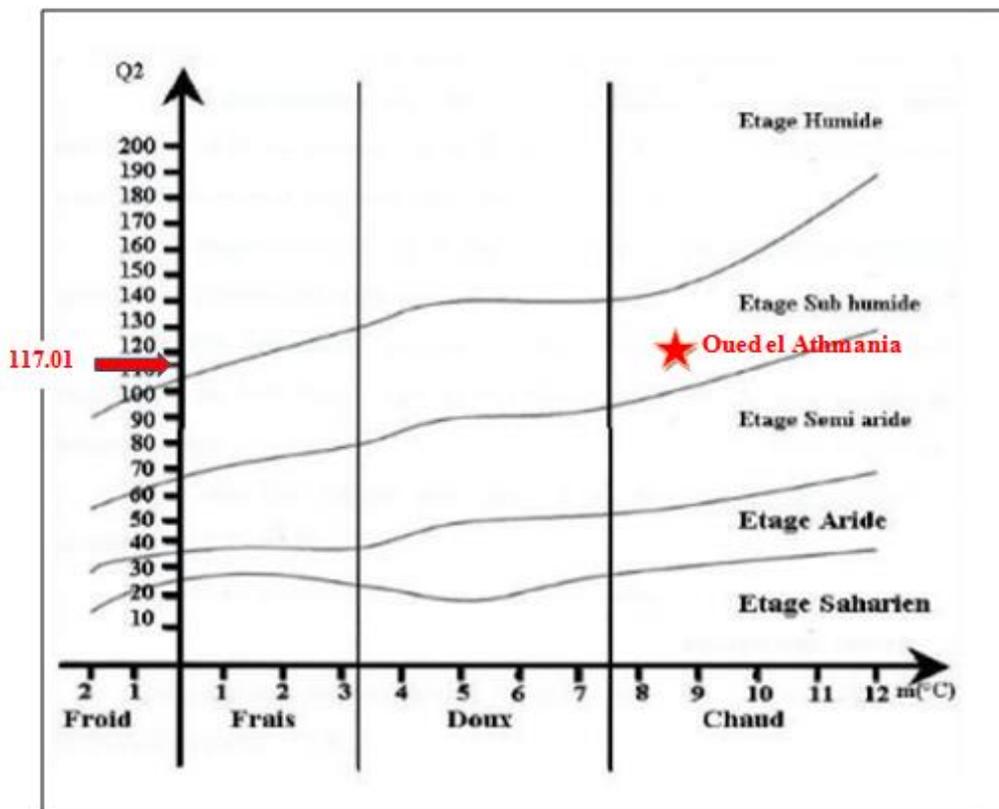


Figure 11 : Situation de la commune d'Oued El Athmania dans le climagramme d'Emberger (2011-2021) (SMA, 2023).

3 Présentation de la zone d'étude : Barrage Hammam Grouz :

Le Barrage de Hammam Grouz achevé en 1987 est situé dans le haut Rhumel, à 45 Km à l'Ouest de la ville de Constantine, au Sud de la wilaya de Mila et à l'amont de l'agglomération d'Oued El Athmania, a été construit dans la cluse calcaire d'Hammam Grouz, d'un volume total 45 hm³, conçu initialement pour garantir l'alimentation en eau potable de Constantine et de Ain Smara Les eaux qui alimentent le Barrage proviennent essentiellement d'Oued Dekri, Oued Rhumel et Oued Benifilane (**Lemzadmi et al., 2017**).

Le Barrage de Hammam Grouz draine autour de 15% de la surface du bassin contrôlée par le Barrage de Béni Haroun. Ce dernier étant érigé sur l'Oued Kebir, à l'aval de la confluence Rhumel-Endja (**Mihoubi, 2003**).

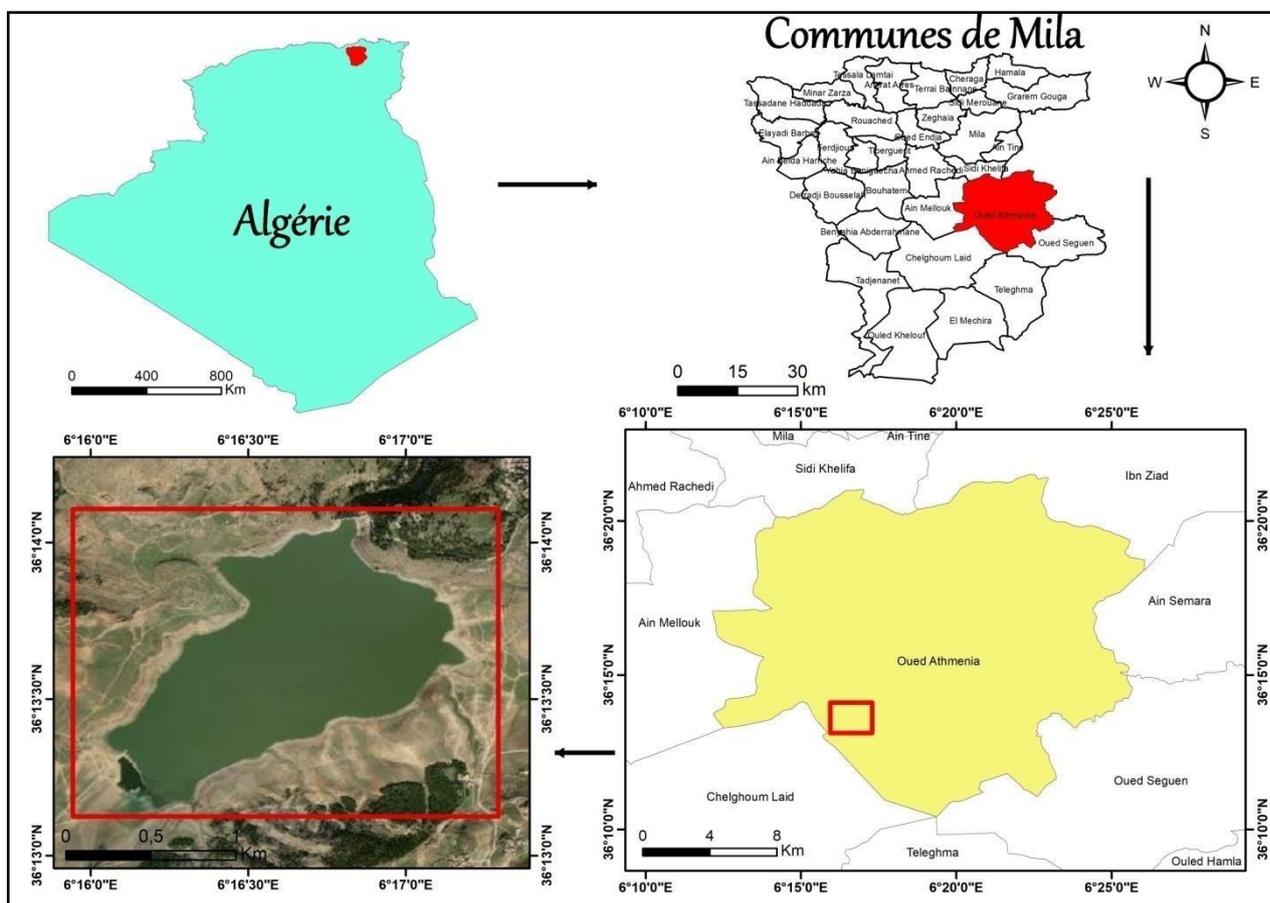


Figure 12 : Situation géographique de Barrage Hammam Grouz (**Photo personnel, 2023**).

3.1 Les caractéristiques principales de Hammam Grouz :

Tableau 06 : Les principales caractéristiques de Barrage Hammam Grouz (SDB, 2023)

Bassin versant	1130km ²
Volume total de la cuvette	45 hm ³
Retenue normale	727 m NGA
Crête de barrage	736,5 m NGA
Hauteur de barrage	49,50 m NGA
Longueur crête de barrage	217ml
Mise en L'eau	1987
Mise en service AEP Constantine	Août 1988
Précipitations moyenne	420mm/année
Evaporation moyen	1100 mm/année

3.1 Destination et le rôle de Barrage :

L'édification d'un ouvrage à travers des cours d'eau, en vue d'y prélever une part plus ou moins importante du débit, compte parmi les activités les plus anciennes de l'humanité. Souvent, on réalise des aménagements à buts multiples : alimentation urbaine et industrielle en eau, irrigation production d'énergie électrique, rétention des crues et des sédiments, soutien d'étiage, tourisme et les loisirs. Mais, l'un des objectifs primordiaux dans la plupart des pays est l'alimentation en eau potable des populations, des industries et également l'irrigation (Mihoubi, 2003).

3.2 Les sources de la pollution remarques dans le Barrage :

L'idéal dans les études d'impact des écosystèmes est de signaler les sources de pollution.

Les sources de pollution du Barrage Hammam Grouz sont:

- L'activité agricole : la région d'étude possède une superficie totale estimée à 99024 ha, généralement dominée par la culture des céréales et des légumes, presque autour du Barrage d'où une utilisation importantes d'engrais et de pesticides ;
- Implantation des carrières de Grouz et les centrales de bétons autour du Barrage ;
- Implantation des fermes d'élevage et des abattoirs ;
- Quelques habitations rurales qui effluent leurs rejets sanitaires directement dans les Oueds qui alimentent le Barrage comme l'Oued Rhumel, l'Oued Bouikour et l'Oued Dhekri ;
- Une décharge publique implantée à environ 1 km au sud du Barrage (**Aissaoui, 2017**).

Chapitre III: Matériel et méthodes



1 Echantillonnage :

L'étape d'échantillonnage constitue une des plus importantes étapes dans l'étude des eaux car, elle influence directement la qualité des résultats analytiques. Des précautions nécessaires doivent être prises afin de collecter un échantillon représentatif, aussi pour minimiser les risques associés à la contamination de l'échantillon (**Rodier, 2005**).

Les prélèvements sont généralement réalisés, aux mêmes heures et dans la même journée (**Breuil, 2003**). Les échantillons sont prélevés à l'aide des flacons en verre pyrex munis d'un bouchon à vis, d'une contenance de 250 ml, stériles pour faciliter les prélèvements et éviter tout type de contamination (**Derwich *et al.*, 2008**; **Merzoug, 2009**).

Pour éviter les risques de contamination, les flacons d'échantillonnage ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement. Une fois l'échantillon est prélevé, les flacons doivent être fermés hermétiquement jusqu'au moment de l'analyse (**Rejsek, 2002**; **Merzoug, 2009**; **Rodier, 2009**).

1.1 Nature et période de l'échantillonnage :

Nous avons prélevé 3 échantillons sur une période de 3 mois : Février, Mars, Avril (2023), pour évaluer la qualité physicochimique et bactériologique de l'eau de Barrage de Oued El Athmania (**Tab.07**).

Toutes les analyses bactériennes ont été réalisées au niveau des laboratoires pédagogiques de département de biologie centre université du Abd Elhafid Boussouf Mila, en revanche les analyses physicochimiques à la station d'épuration des eaux usées Ain Beida Herriche Ferdjioua -Mila.

Ce tableau représente la nature et les périodes du prélèvement des eaux de Barrage Hammam Grouz.

Tableau 07 : Nature et période du prélèvement.

Nature de prélèvement	Période de prélèvement	Type d'analyse effectuée
Les eaux de Barrage Hammam Grouz	Prélèvement 01 :19/02/2023	Physico-chimiques et bactériologiques
	Prélèvement 02 :20 /03/2023	
	Prélèvement 03 :16/04/2023	

1.2 Lieu de prélèvement :

On choisie deux site pour prélever nous échantillons d'eau de Barrage Hammam Grouz. Les critères de sélection des sites de prélèvement sont la dimension du cours d'eau, les atteintes ou pollutions supputées et le système de prélèvement adopté par le service compétent (Liechti, 2010).



Figure 13 : Situation géographique des sites de prélèvement (Google earth, 2023).

Tableau 08: Présentation des points de prélèvement.

Point d'échantillonnage	Les coordonné	La caractéristique
Site 01	X= 36°14'01.57"N	Situé sur le côté Nord-Est près de digues de Barrage.
	Y= 6°16'50.43"E	
	Z=726 m	
Site 02	X= 36°13'38.1"N	Situé au centre de la route Ouest de Chelghoum laid.
	Y= 6°16'13.19"E	
	Z=716 m	

1.3 Matériel utilisé :

❖ Matériel de prélèvement :

Il faut utiliser de préférence des flacons en verre pyrex munis d'un large col et d'un bouchon à vis métallique (**Rodier et al., 1996**) stérilisés soit à l'autoclave (120 °C) durant 15 minutes, soit au four Pasteur (170 °C) pendant 1 heure (**Rodier et al., 2009**).

❖ Matériel de laboratoire :

Tout matériel utilisé dans cette étude est représenté dans la figure suivante :

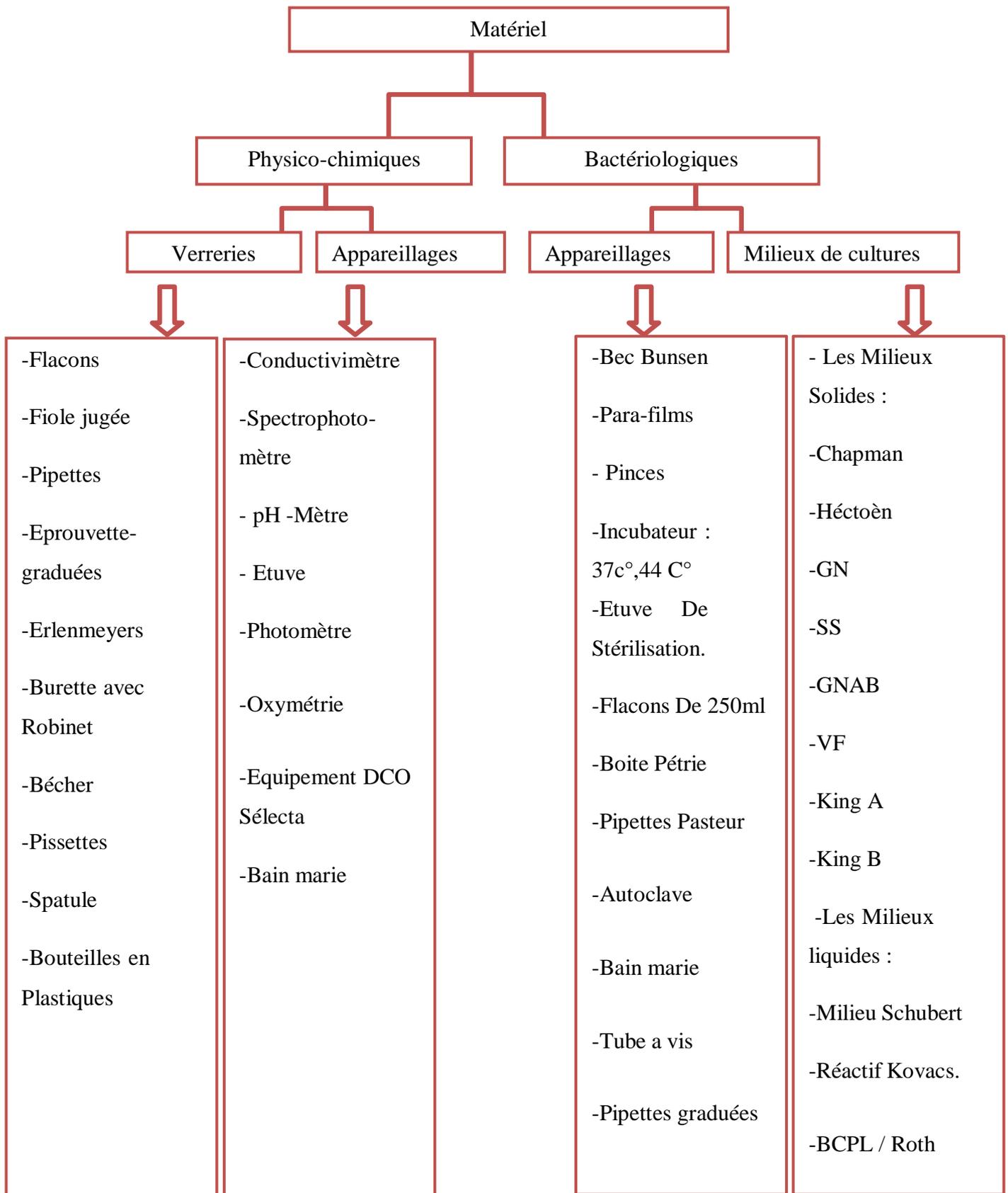


Figure 14 : Organigramme du matériel utilisé.

1.4 Mode de prélèvement :

Les échantillons doivent être prélevés dans des flacons stériles. En prenant soin de ne pas contaminer l'échantillon (**Larpent, 1997**).

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.) (**Rodier et al., 1996**).

L'ouverture des flacons vers le bas jusqu'à 30 cm sous la surface de l'eau, lorsque le prélèvement est effectué en l'eau peu profonde, il faut éviter la récolte des particules déposées en surface ainsi que celles provenant des sédiments (**Brouillette et al., 2013**).

En fonction du but recherché et de la nature de l'eau analysée les techniques de prélèvement sont variées.

1.5 Etiquetage et transport pour des échantillons :

Il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détachables. Dans ces derniers, on doit noter avec précision : la date, l'heure, le numéro de station (**Fig.15**) (**Rodier et al., 1996**).

Les échantillons ont été conservés en glacière réfrigérée pendant le transport jusqu'au laboratoire où les analyses ont été aussitôt effectuées (**Fig.16**) (**Otchoumou et al., 2017**).

La température doit être comprise entre 4 à 6 °C. Même dans ces conditions, l'analyse bactériologique doit commencer dans un délai maximal qui ne dépasse pas 8h, après le recueil de l'échantillon et les analyses physico-chimiques ont été effectuées dans les premières 24 h au laboratoire et cela pour ne pas altérer l'échantillon (**Rodier et al., 2009**).



Figure 15 : Etiquetage des échantillons
(Cliché personnel; Avril, 2023).



Figure 16 : Transport des prélèvements
(Cliché personnel; Avril, 2023).

2 Les analyses physico-chimiques :

2.1 Les analyses physiques :

2.1.1 Température :

Il est très important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle direct sur le comportement de différentes substances contenues dans l'eau ; et elle a aussi une grande influence sur l'activité biologique (Roux, 1987; Rodier, 1996; Leclerc, 1996; De Villers *et al.*, 2005).

➤ Mode opératoire :

Mesurer la température avec le ph par ph mètre La lecture a été faite après une immersion de 10 minutes du ph mètre à environ 15 cm de profondeur. Les résultats sont exprimés en °C (STEP, 2023).

2.1.2 Potentiel d'hydrogène (pH) :

Est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H_3O^+). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) (Olivier *et al.*, 2020) .

Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques entre l'eau, le gaz carbonique dissous, les carbonates et les bicarbonates qui constituent des solutions tamponnées conférant à la vie aquatique un développement favorable (**Belghiti et al., 2013**).

➤ **Mode opératoire :**

- ✓ Allumer le pH mètre ;
- ✓ 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 ;
- ✓ Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée (**STEP, 2023**).

❖ **Expression des résultats :**

Les résultats donné par cette appareil sont : température exprime par (°C) et la valeur de pH correspondant (**Fig.17**).



Figure 17 : Mesure de pH (Cliché personnel; Mars, 2023).

2.1.3 Conductivité Électrique (CE) :

La conductivité électrique de l'eau est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique (capacité de l'eau à permettre le passage d'un courant électrique). La conductivité électrique de l'eau est une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- ,) qui sont formées par la solution des sels minéraux dans l'eau (Al-Qawati *et al.*, 2015).

La conductivité représente l'un des moyens de valider les analyses physicochimiques de l'eau, en effet des contrastes de conductivité mesurés sur un milieu permettent de mettre en évidence des pollutions (Gazali *et al.*, 2013).

➤ Mode opératoire :

- ✓ Allumer le conductimètre 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 (STEP, 2023).

❖ Expression des résultats :

Valeur de la conductivité électrique exprime par $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Fig.18).



Figure 18 : Mesure de la conductivité (Cliché personnel; Mars, 2023).

2.1.4 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 (**Rodier, 1996; Louvain, 2001**).

➤ Mode opératoire :

- ✓ Allumer l'appareil(**Fig.19**), et rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
- ✓ Puis rendre environ =100 ml d'eau à analyser ;
- ✓ On trempe l'électrode dans le béccher en ont ;
- ✓ Laisser stabiliser un moment puis on lit la concentration en mg/l (**STEP, 2023**).

❖ Expression des résultats :

On a exprimé la teneur d'oxygène dissous par mg/l.



Figure 19: Mesure de Oxygène dissous (**Cliché personnel; Mars, 2023**).

2.2 Les analyses chimiques :

2.2.1 Nitrates (NO_3^-) :

Représentent la forme la plus oxygénée de l'azote. C'est une forme très soluble. Sa présence est liée à l'utilisation intensive des engrais chimiques. Sous cette forme l'azote est un sel nutritif utilisable par la majorité des végétaux (**Mouchara, 2009**).

➤ **Mode opératoire :**

- ✓ Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser ;
- ✓ Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30% ;
- ✓ Ajouter 1 ml de salicylate de sodium ;
- ✓ Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-88°C ;
- ✓ (Ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir ;
- ✓ Reprendre le résidu avec 2 ml H₂SO₄ laissé reposer 10 ml ;
- ✓ Ajouter 15 ml d'eau distillée ;
- ✓ Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre (**Fig.20**) (**STEP, 2023**).

❖ **Exp ression des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 420 nm.

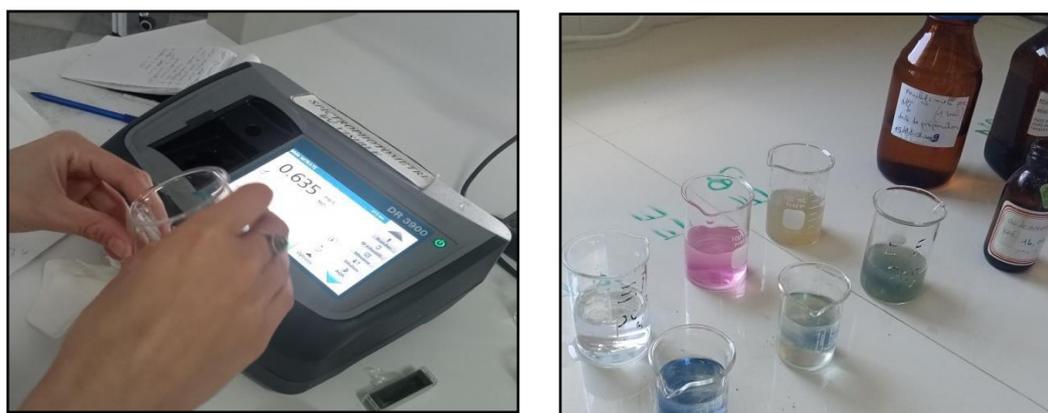


Figure 20 : Mode opératoire de nitrates (**Cliché personnel; Avril, 2023**).

2.2.2 Nitrites(NO₂⁻) :

Les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète des matières organiques. Comme les nitrates, les nitrites sont très répandus dans l'environnement, les uns et les autres se retrouvent dans la plupart des produits alimentaires, dans l'atmosphère et dans une grande partie des eaux (**Smake, 2001**).

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Prendre 50 ml d'eau à analyser ;
- ✓ Ajouter 1 ml du réactif mixte ;

- ✓ Attendre 10 min ;
- ✓ L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^- ;
- ✓ Expression des résultats ;
- ✓ Le résultat est donné directement en mg/l (STEP, 2023).



Figure 21 : Mode opératoire de Nitrites (Cliché personnel; Avril, 2023).

2.2.3 Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène requise pour oxyder la matière organique et inorganique oxydable contenue dans un échantillon. Ce paramètre donne une estimation de la quantité de polluants présents dans un effluent industriel ou une eau usée (CEAEQ, 2016).

➤ Mode opératoire :

La méthode utilisée pour le dosage de la DCO est la méthode de spectrophotométrie : Dans des conditions définies, Certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure.

L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium. L'échantillon prélevé est chauffé pendant deux heures en présence d'un oxydant puissant le bichromate de potassium. Les composés organiques oxydables réagissent en réduisant l'ion bichromate en ion chromique de couleur verte

Le réactif utilisé pour la DCO contient des ions argent et mercure, l'argent agit comme canalisateur, tandis que le mercure est utilisé pour complexer les interférences

dues à la présence du chlorure, les résultats sont exprimés en mg/l (STEP, 2023).

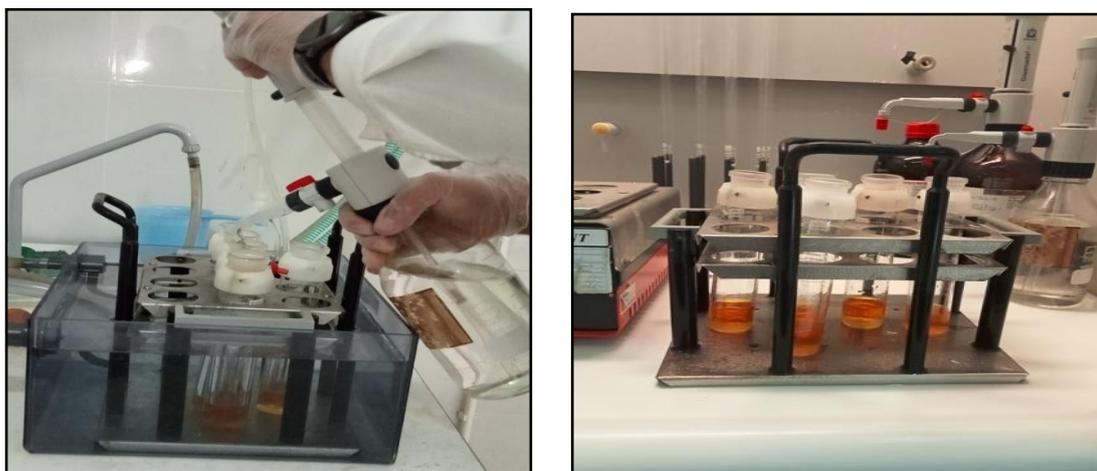


Figure 22 : Mode opératoire de mesure DCO (Cliché personnel; Mars, 2023).

2.2.4 L'Azote ammoniacal (NH_4^+) :

L'azote ammoniacal constitue l'un des gaz solubles dans l'eau. Cependant, il existe en faible proportion dans les eaux naturelles, inférieure à 0,1 mg/l. Il constitue un bon indicateur de la pollution organique des eaux superficielles et il provient essentiellement de la biodégradation de la matière organique azotée (Iounes *et al.*, 2018)

➤ Mode opératoire :

- ✓ Prélever 50 ml d'échantillon à analyser qui doit contenir entre 0,2 et 20 mg de NH_4^+ ;
- ✓ Pour une quantité inférieure à 0,2 mg, utiliser une méthode spectrophotométrique ;
- ✓ Pour une quantité supérieure à 20 mg, réaliser une dilution ;
- ✓ Introduire la prise d'essai dans le ballon à distillation et ajouter 20 ml d'une solution de carbonate de sodium pour alcaliniser le milieu. Ajouter éventuellement un agent anti mousse ;
- ✓ Admettre la vapeur durant au moins 20 minutes en recueillent le distillat dans 5 ml d'acide borique avec de l'eau distillée, en quantité suffisante pour que l'allonge du réfrigérant barbote dans le liquide, et 3 à 4 gouttes

d'indicateurs de tashiro ;

✓ Titrer avec l'acide sulfurique au fur et à mesure que l'ammoniac se dissout et que l'indicateur vire au vert. Ramener la teinte au gris sale (**Fig.23**) (**STEP, 2023**).

❖ **Expression des résultats :**

La teneur en azote ammoniacal exprimé en mg/l.



Figure 23 : Matériel de la mesure d'Azote ammoniacal (**Cliché personnel; Mars, 2023**).

2.2.5 Phosphates (PO_4^{-3}) :

Le phosphore est un constituant de la matière vivante, qui se trouve également dans des produits de synthèse, engrais ou détergents. Dans les sols, le phosphore est retenu dans les complexes argilo-humiques (**Bourrier et al., 2017**).

➤ **Mode opératoire :**

- ✓ Prendre 40 ml d'eau à analyser ;
- ✓ 1 ml d'acide ascorbique ;
- ✓ Ajouter 2 ml du réactif-mélange ;
- ✓ Attendre 10 min ;
- ✓ L'apparition de la coloration bleue indique la présence des PO_4^{-3} (**Fig.24**).

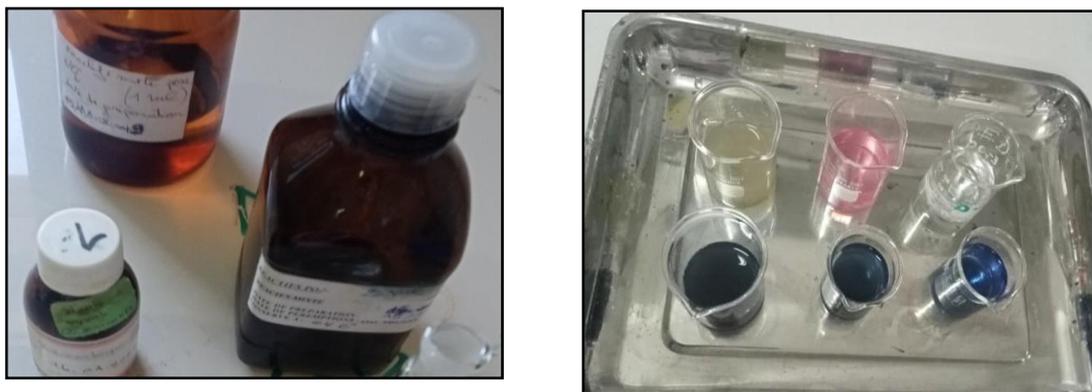


Figure 24 : Mode opératoire de Phosphates (Cliché personnel; Avril, 2023).

3 Analyses bactériologiques :

Les méthodes d'analyse bactériologiques de l'eau sont l'étude de la variation de la population bactérienne globale, le dénombrement et la recherche des bactéries d'origine fécale et la recherche des bactéries pathogènes (Guiraud, 1998).

L'analyse bactériologique a porté sur les germes indicateurs de pollution qui regroupent les bactéries hétérotrophes aérobies mésophiles (Larif *et al.*, 2013).

L'analyse microbiologique des eaux consiste à la recherche et dénombrement des:

- ✓ Coliformes totaux et coliformes fécaux ;
- ✓ Streptocoques fécaux ;
- ✓ Clostridium sulfito-réducteur ;
- ✓ Recherche des germes pathogènes (Seghir *et al.*, 2002).

3.1 Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

3.1.1 Définition des coliformes totaux :

De nombreuses bactéries anaérobies facultatives, en forme de bâtonnet, non sporulées et gram-négatives qui forment des colonies rouges à reflets métalliques (or) dans les 24 heures à 37°C dans un milieu de type Endo contenant du lactose (APHA *et al.*, 1998).

Les coliformes totaux sont demeurés un indicateur de contamination fécale pendant une grande partie du 20ème siècle. Ce n'est qu'au milieu du 20ème siècle que l'on a mis au point des méthodes plus spécifiques de détection des coliformes thermo-tolérants (Edberg *et al.*, 2000).

3.1.2 Définition des coliformes fécaux ou thermo tolérants :

Les coliformes fécaux sont des bactéries du groupe des coliformes (famille des Enterobacteriaceae), qui, après incubation à 44° C, fermentent le lactose avec dégagement de gaz et produisent de l'indole aux dépens du tryptophane de la peptone. (Mazieres *et al.*, 1980).

Les coliformes fécaux de même que l'*E. Coli* sont des indicateurs d'une contamination récente ou constante, d'origine fécale humaine ou animale. *E. Coli* est un indicateur plus spécifique d'une contamination fécale que le groupe des coliformes fécaux (CEAEQ, 2003).

➤ Mode opératoire :

- Test présomptif :

Après avoir bien homogénéisé l'échantillon afin d'obtenir une répartition homogène des microorganismes, nous avons réalisé cinq dilutions décimales successives (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) avec trois répétitions par dilution. Les dilutions sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques (Fig.25) (Rejsek, 2002).

- ✓ Prélevez les tubes de BCPL (bouillon lactose au pourpre de bromocrésol, simple concentration) munis d'une cloche de Durham ;
- ✓ Prélever 1ml d'eau à analyser à l'aide d'une pipette gradué et la porte dans le premier tube de la série contenant 9 ml de BCPL, pour obtenir la dilution 10^{-1} ;
- ✓ prélever 1ml de la dilution 1/10 précédente et l'ajouter à un tube contenant 9 ml de BCPL, pour obtenir la dilution 10^{-2} ;
- ✓ Transférer 1ml de la dilution 10^{-2} dans un tube contenant 9 ml de BCPL, pour obtenir la dilution 10^{-3} et continué jusqu'à 10^{-5} ;
- ✓ Refaire la technique pour 2 autres tubes de BCPL afin d'obtenir 5 tubes de BCPL, et refaire pour 2 autres séries (Délarras, 2008).

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures (Mouffok, 2001; Labres, 2002 ; Delarras, 2007).

❖ Lecture :

Après incubation seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- ✓ Un dégagement de gaz (supérieur au 1/10ème 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 du lactose présent dans le milieu) (**Labres et al., 2008**).
- ✓ La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP (**Lebres, 2002**), pour obtenir le nombre le plus probable de coliformes totaux présents dans 1 ml d'eau à analyser.

• Test confirmatif :

- ✓ Le test de confirmation est basé sur la recherche de coliformes thermos tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli* (**Merzoug, 2009**).
- ✓ Repiquer chaque tube de BCPL trouvé positif avec une anse bouclée ou une pipette Pasteur dans le (ou les) milieu(x) de confirmation (**Rodier et al., 2009**). Comme milieu de confirmation, on utilise le milieu Schubert.
- ✓ Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait cette fois-ci à 37 °C pendant 24 heures (**Labres et al., 2008**).

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant :

- Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli*
- Après l'ajout de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs. (**Rejsek, 2002**).

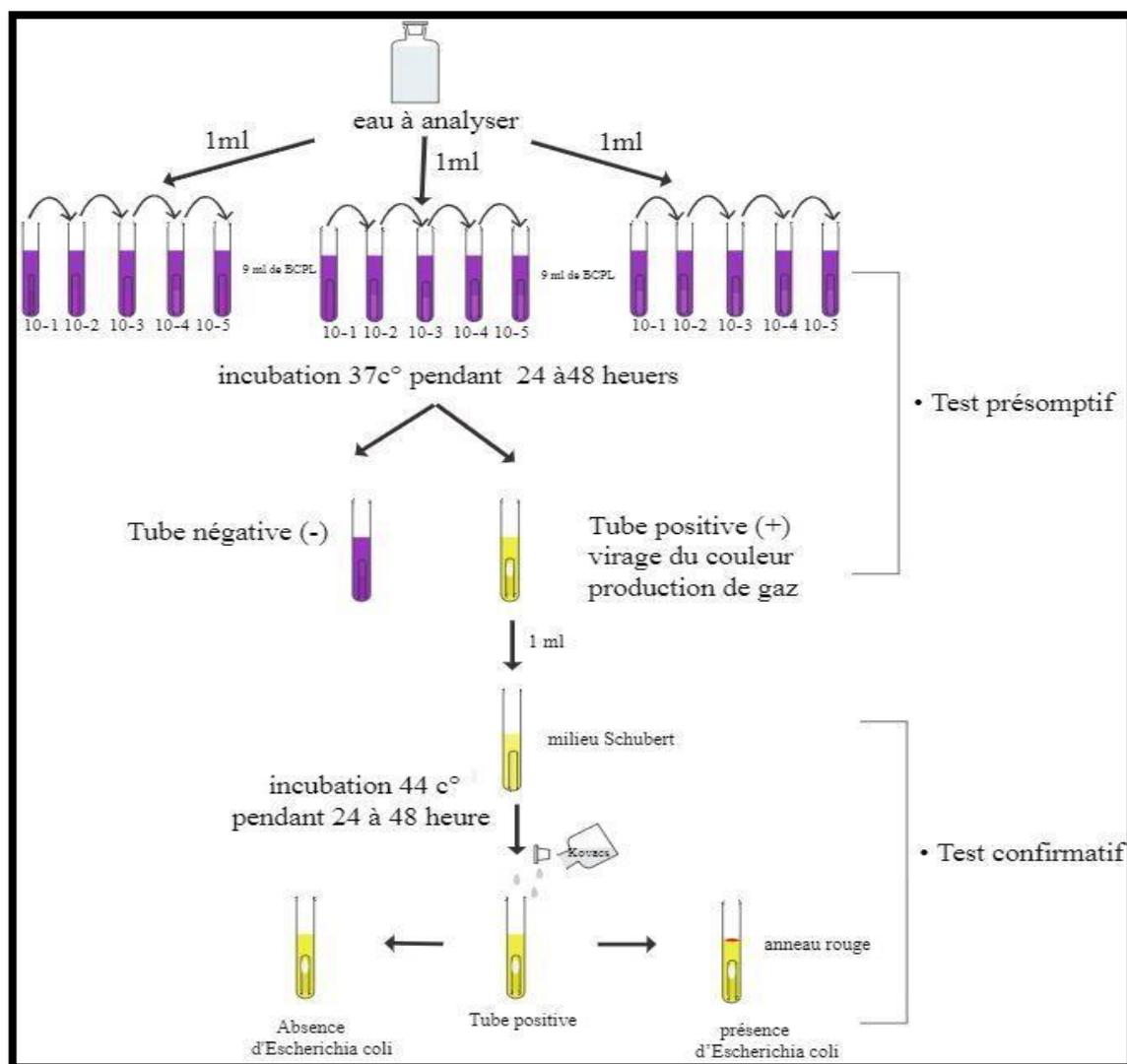


Figure 25 : Protocole de recherche et dénombrement des coliformes totaux, fécaux et *E. coli* dans les eaux par technique de NPP (Photo personnel, 2023).

3.2 Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux (Enterocoques) :

Les streptocoques fécaux sont des bactéries à Gram positif, en forme de cocci oblongues et ovales, souvent associées par paires ou en chaînes courtes, qui forment des colonies totalement ou partiellement roses ou rouge foncé par réduction du chlorure de tétrazolium sur milieu de Slanetz et Bartley, après incubation pendant 48 +/- 2 heures à 37 +/- 0,2°C. (Huss, 1988).

Ils sont composés de streptocoques du groupe D, qui comprennent des entérocoques et des non-entérocoques (Lièvre *et al.*, 1977).

➤ **Mode opératoire :**

• **Test présomptif :**

- ✓ A partir de l'eau à analyser, après homogénéisations, porter aseptiquement 1ml dans un tube contenant 9 ml de milieu Roth S/C pour obtenir la dilution 10^{-1} ;
- ✓ Prélever 1ml de tube précédent 10^{-1} et mettre dans le second tube Roth pour avoir la dilution 10^{-2} ;
- ✓ Transférer 1ml de la dilution 10^{-2} dans un tube contenant 9ml de milieu Roth S/C, pour obtenir la dilution 10^{-3} ;
- ✓ Refaire la technique 5 fois pour avoir 5 tubes de Roth, et 2 autres séries. L'incubation se fait à 37 C° pendant 24 à 48 heures (**Rejsek, 2002; Delarras, 2008**) (**Fig.26**).

❖ **Lecture**

Après incubation Seront considérés positifs les tubes présentant un trouble microbien, seulement ces tubes doivent faire l'objet d'un repiquage sur milieu Eva Litsky dans le but d'être justement confirmés (**Rejsek, 2002**).

• **Test confirmatif :**

Les tubes de Roth trouvés positifs feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une pipette pasteur ou une anse bouclée dans tube contenant le milieu Eva Litsky. Bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37°C ; pendant 24 heures (**Lebres et al., 2008**).

❖ **Lecture :**

Sur le milieu de Eva Litsky, la présence de streptocoque du groupe D se caractérise par l'apparition d'un trouble dû au développement bactérien, avec ou sans dépôt violet. (**Rejsek, 2002**). La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP de Mac Grady (**Tab.22 ; Annexe 1**).

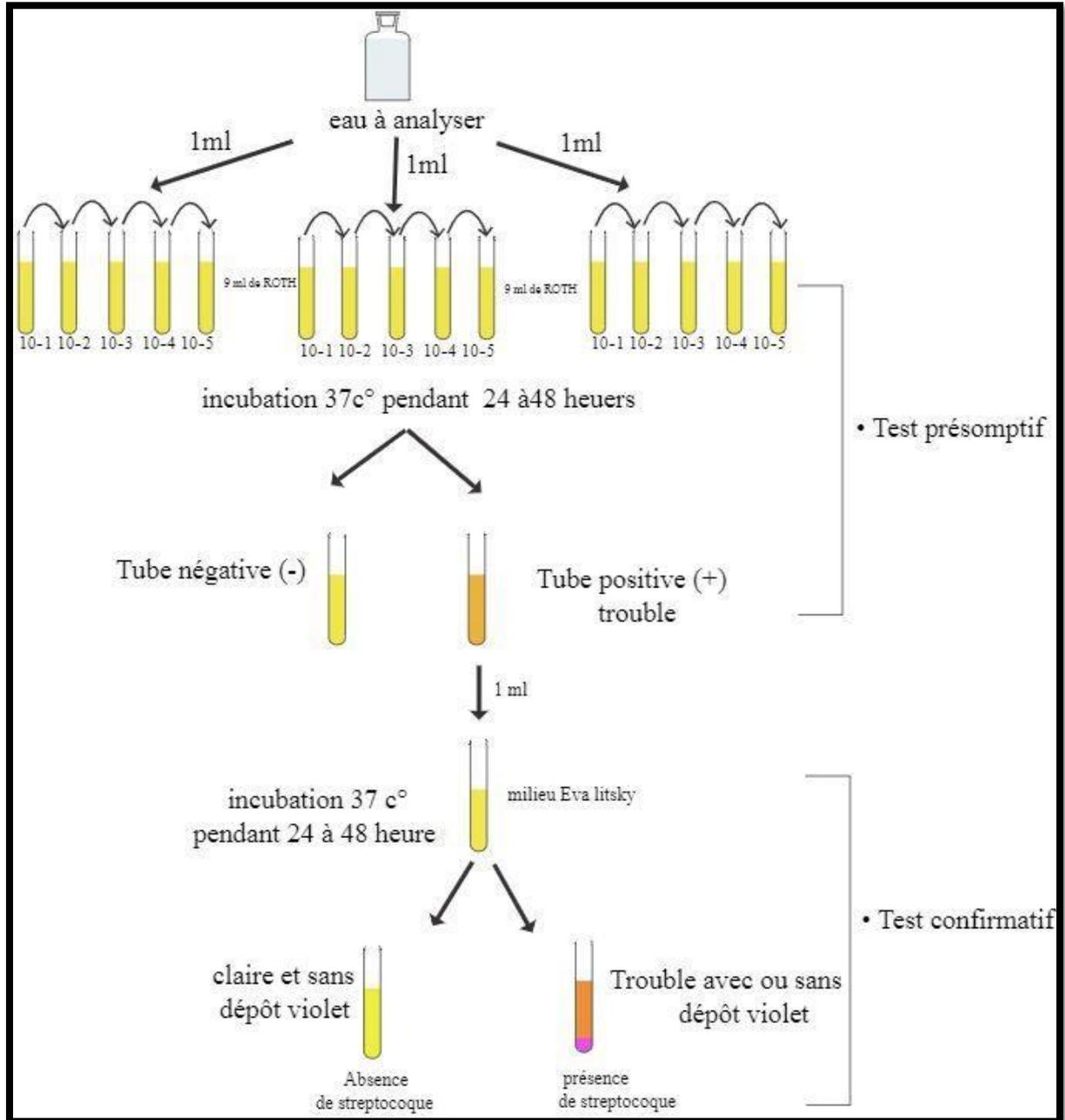


Figure 26 : Protocole de recherche et dénombrement des entérocoques dans les eaux par technique de NPP (Photo personnel, 2023).

3.3 Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite réductrices (*Clostridium*) :

Les bactéries anaérobies sulfite-réducteurs (ASR) sont des bacilles Gram positifs, anaérobies stricts, isolée ou en chaînette, mobile réduisent le sulfite de sodium en sulfure (Bourgeois *et al.*, 1980).

Et qui en se développant à une température de $36 \pm 2^\circ\text{C}$ en 24 à 48 heures en gélose Viande Foie (VF), donnent des colonies caractéristiques qui sont de couleur blanche entourées d'une auréole noire. Cette dernière est le témoin de la réduction du sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire (**Pechère, 1982; Labres *et al.*, 2008**).

On considère généralement que les principaux réservoirs sont le sol et le tractus intestinal des hommes (y compris sains) et des animaux (volailles, bovins, porcs, poissons). (**Agence, 2008**).

➤ **Mode opératoire :**

La recherche et le dénombrement des spores des ASR dans l'eau se fait par la méthode d'incorporation en gélose en tubes profonds (**Fig.27**) :

- ✓ Après l'avoir homogénéiser soigneusement, prendre environ 20 ml d'eau à analyser dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les Bactéries et les formes végétatives des ASR éventuellement présentes ;
- ✓ Après chauffage, refroidir immédiatement le tube sous l'eau de robinet.
- ✓ Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube ;
- ✓ Ajouter dans chacun d'eux environ 20 ml de gélose viande foie, fondue puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$;
- ✓ Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air.
- ✓ Laisser solidifier sur paille pendant 30 minutes environ, puis incubé à 37°C pendant 24 à 48 heures (**Lebres, 2002 ; Rodier *et al.*, 2009**).

❖ **Lecture et interprétation :**

Considérer comme résultat d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réductrice toute colonie blanc entourée d'un halo noir (**Rodier *et al.*, 2012**).

Il est indispensable de procéder à une lecture après 24 heures : en présence de nombreuses colonies, une diffusion des halos peut conduire à une coloration noire uniforme du tube et tout dénombrement devient impossible après 48 heures (**Rodier *et al.*, 2012**).

Par contre, s'il y a une faible quantité de colonies à la première lecture, et si les colonies sont petites, il peut y avoir un développement de nouvelles

colonies dans les 24 heures suivantes, Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, ayant poussé en masse et rapporter le nombre total des colonies dans les quatre tubes à 20 ml d'eau à analyser (Labres *et al.*, 2008 ; Rodier *et al.*, 2012).

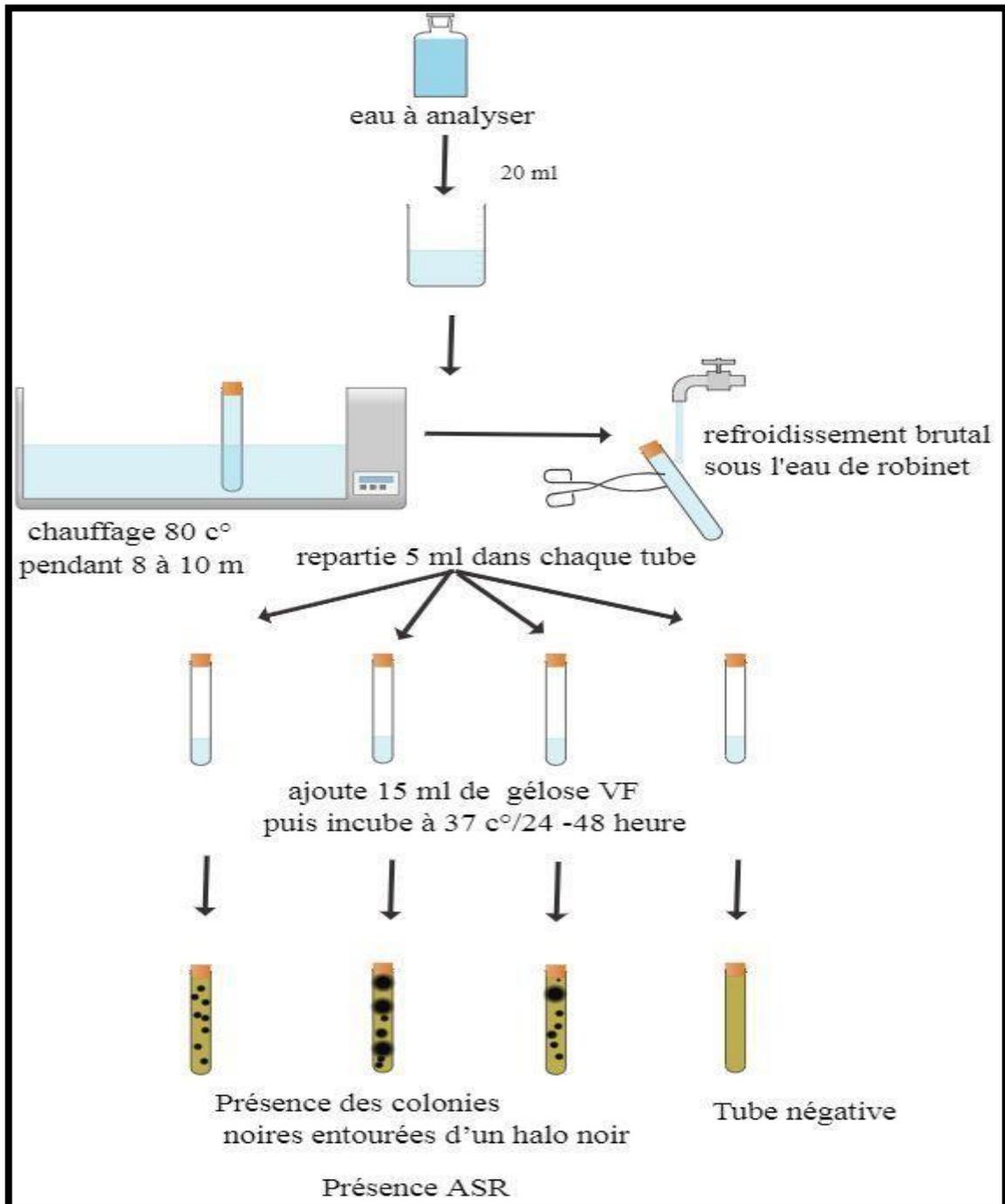


Figure 27 : Protocole de la recherche et du dénombrement des *Clostridium* Sulfito- réducteurs (photo personnel, 2023).

3.4 Recherché des germes pathogènes :

Il existe une grande variété de bactéries pathogènes ou potentiellement pathogènes (opportunistes) pour l'homme dans tous les types d'eaux. Celles-ci vivent ou survivent dans l'environnement, soit provenant des rejets humains, éliminées par des sujets malades ou des porteurs sains, soit étant autochtones et pouvant s'adapter à l'homme : *Campylobacter jejuni*, *Légionnelle pneumophila*, *leptospires*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella*, *Shigella*, *staphylocoques pathogènes*, *Vibrio*, *Yersinia enterocolitica*. (Rodier *et al.*, 2009).

Le travail d'ensemencement des microorganismes se pratique sur une paillasse conforme à la réglementation autour de la flamme d'un bec Bunsen (Delarras, 2007). L'ensemencement par stries sur boîtes de Pétri est pratiqué le plus souvent dans un but d'isolement. L'inoculum est prélevé directement à partir de l'eau à analyser est déposé sur un point périphérique de la gélose puis disséminé par stries sur toute la surface (méthode des quadrants) (Aouissi, 2008). Un isolement est effectué à l'aide d'une anse de platine, une pipette Pasteur ou d'un ensemeur à usage unique stérile (Denis *et al.*, 2007).

3.4.1 Recherche des staphylocoques :

Les staphylocoques sont des cocci à Gram positif, immobiles, non sporulés, et aérobies ou anaérobies facultatifs, très répandus dans la nature (air, eau, sol) et vivent souvent à l'état commensal sur la peau et les muqueuses des organismes humains et animaux. Le genre *Staphylococcus* est constitué de plusieurs espèces dont *Staphylococcus aureus*; *Staphylococcus epidermidis* et *Staphylococcus saprophyticus* (Ferderighi, 2005; Dellarras, 2008).

➤ Culture :

Prépare les boîtes Pétri avec le milieu Chapman (Rodier, 1996). A partir de l'eau à analyser, on porte aseptiquement 0.1 ml (2 gouttes) dans les boîtes de Pétri qu'on étale à l'aide d'une pipette Pasteur stérile. L'incubation se fait à 37 °C pendant 48 heures (Fig.28) (Ait Kaci *et al.*, 2008).

❖ Identification :

Après la période d'incubation spécifiée, les staphylocoques à coagulase positive ou plus particulièrement *Staphylococcus aureus*, apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en jaune (fermentation du mannitol) ou en blanc (Pechère *et al.*, 1982; Labres *et al.*, 2008).

L'identification des staphylocoques nécessite la mise en œuvre de réactions spéciales au genre :

- Etat frais et coloration de Gram ;
- Les API 10s.

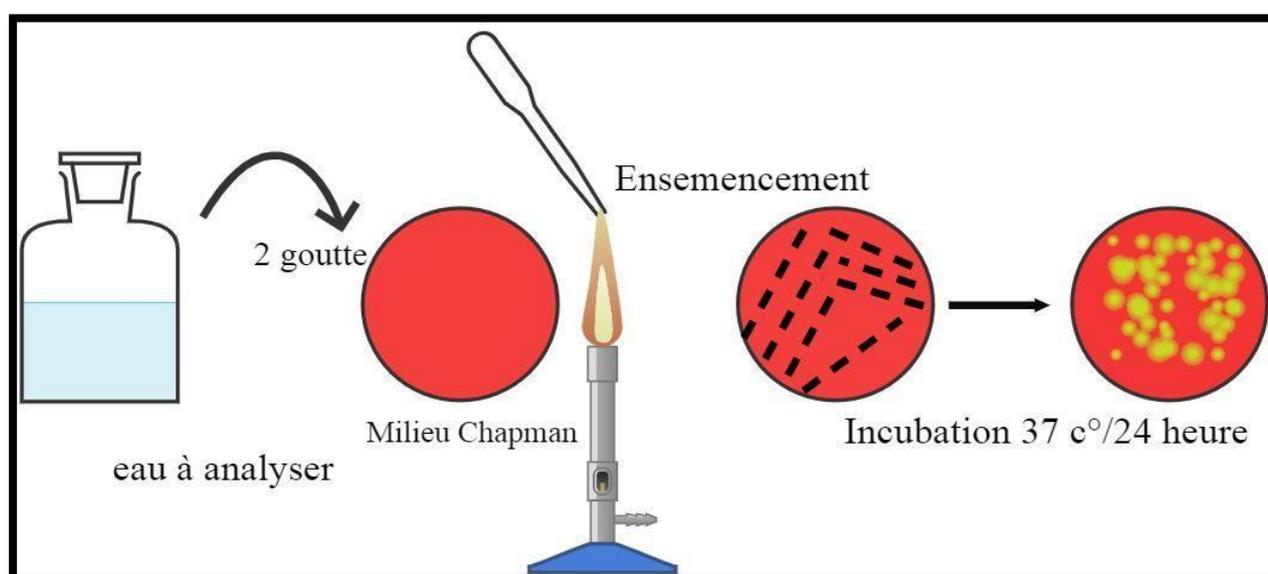


Figure 28 : Protocole de recherche de *Staphylococcus* dans les eaux (Photo personnel, 2023).

3.4.2 Recherche de *Salmonella* et *Shigella*

3.4.2.1 *Shigella* :

Les *Shigelles* (bactéries du genre *Shigella*), sont des *Enterobacteriaceae*, rencontrées exclusivement chez l'homme, elles sont toutes pathogènes et spécifiques du tube digestif (Beriche *et al.*, 1988).

Classiquement elles sont dévidées en 4 espèces sur la base des caractères biochimiques et antigéniques : *S. dysenteriae*, *S. flexneri*, *S. boydii*, et *S. sonnei* (Lebres, 2002).

3.4.2.2 *Salmonella* :

Les *salmonelles* sont des bactéries entériques en forme de bâtonnets, anaérobies facultatives, à Gram négatif, mobiles pour la plupart avec des flagelles péritriches, qui produisent du sulfure d'hydrogène. La nomenclature des *salmonelles* est particulièrement complexe. La notion d'espèce est peu employée pour le genre *Salmonella* et on réfère plutôt au sérotypes. Ce genre contient plus de 2000 sérotypes différents, Les *salmonelles* peuvent se trouver dans les sols et les eaux, et dans plusieurs résidus. Le genre *Salmonella* contient plusieurs types pathogènes pour l'humain et les animaux. Les animaux domestiques et sauvages sont des réservoirs des salmonelles (CEAEQ, 2006).

➤ Culture :

A partir de l'eau à analyser porter aseptiquement 2 gouttes et l'on étale à la surface de Gélose, Gélose nutritives, Gélose *Salmonella Shigella* (Gélose SS), Gélose Hectoèn, ensemencement se fait des stries par une pipette pasteur fermé stérile, puis les incuber à 36 ± 2 °C pendant 24 à 48 h (Fig.29).

❖ Identification :

L'identification des *salmonelles* et *Shigelles* se fait par :

- ✓ Un examen macroscopique ;
- ✓ Un examen microscopique des colonies suspectes ;
- ✓ Identification par une galerie biochimique API 10s (Lebres, 2002).

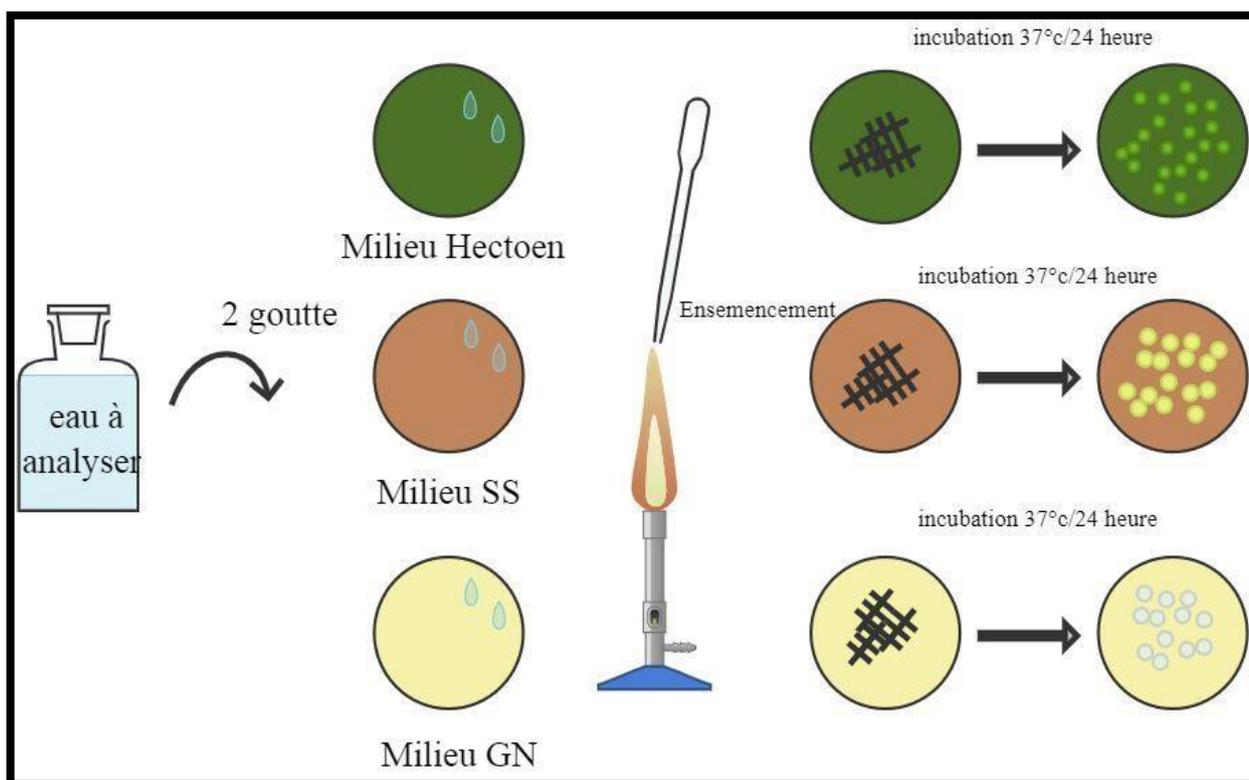


Figure 29 : Protocole opératoire de la recherche de *Salmonella* et *Shigella* dans les eaux
(Photo personnel, 2023).

3.4.3 Recherche de *Pseudomonas aeruginosa* :

Le genre *Pseudomonas* est fait de bacilles Gram négative, droit en fins, aux extrémités arrondis, mobiles à ciliature polaire, aérobies stricts, oxydase positive. *Pseudomonas aeruginosa* est mésophile tandis que la majorité des espèces sont psychrotrophes (Nauciel *et al.*, 2005).

➤ Culture :

A partir de l'eau à analyser porter aseptiquement deux gouttes et l'on étale à la surface de gélose type Céramide, alors que les colonies de bactéries lactose positives sont bleu ou bleu vert, et se fait des stries par une pipette Pasteur fermé et stérile, puis les incubent à 37 °C pendant 24 à 48h (Fig.30) (Lebres *et al.*, 2008).

❖ **identification :**

Il est possible de procéder aux recherches suivantes :

- ✓ Un examen microscopique après coloration de Gram. Il permet de s'assurer que les colonies ne contiennent que des bacilles à Gram négatif, non sporulés ;
- ✓ Un examen direct entre lame et lamelle. Il permet de constater la mobilité des germes de type polaire (**Labres et al., 2008**) ;
- ✓ Oxydase positive ;
- ✓ Une recherche de la pyocyanine, pigment bleu, soluble dans le chloroforme caractéristique de *Pseudomonas aeruginosa*. Il est mis en évidence à partir des colonies développées sur la membrane, en ensemencant sur milieu de King A qui exalte sa production, à 30 °C, jusqu'à l'apparition d'une coloration verdâtre. Ajouter alors 2 ml de chloroforme et agiter. La pyocyanine communique au chloroforme une teinte bleue ;
- ✓ Recherche de la pyoverdine : présente une teinte vert fluorescent (*P. fluorescence*) est souvent masquée par la pyocyanine, sa production est maximale sur milieu de King B (**Pilet et al., 1987; Labres et al., 2008**).

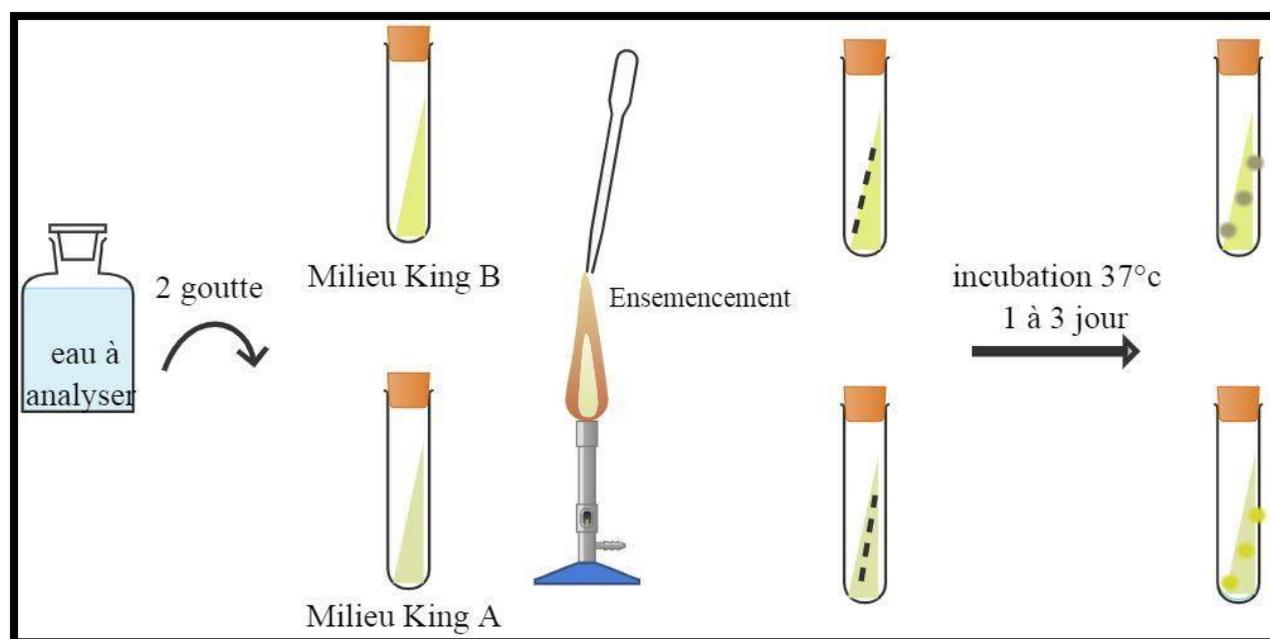


Figure 30 : Protocole de recherche de *Pseudomonas* dans les eaux (**Photo personnel, 2023**).

3.4.4 Recherche de *Vibrio cholérique* :

Les *Vibrio* sont aéro-anaérobies facultatifs (**Le Minor et al., 1989**), il sont des bâtonnets incurvés en virgule ou droit, mobiles et aérophiles, Gram négative et oxydase positif, fermentant le glucose sans production de gaz. Ils sont plus ou moins basophiles (pH 8.5 à 9), halophiles ou halotolérantes suivant les espèces (**Delarras et al., 2003**).

➤ Enrichissement :

S'effectue dans des tubes portés 10 ml de milieu eau peptonée alcaline (EPA), Cedernier sera par la suite incubé à 37 °C pendant 18 à 24 heures (**Fig. 31**) (**Lebres, 2002**).

• Isolement :

Un isolement sur gélose GNAB, l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures (**Lebres, 2008**).

❖ Lecture des boîtes et identification :

• D'autre part, les boîtes de gélose GNAB subiront une lecture en tenant compte du fait que les Vibrions se présentent le plus souvent sous forme de grosses colonies lisses et transparentes caractéristiques (**Lebres, 2008**).

✓ Sur GNAB, les colonies sont rondes, plates, bord réguliers, surface lisse brillantes, translucides sous forme de goutte de rosée (**Patrick et al., 2009**).

• Une identification morphologique et biochimique basée essentiellement sur :

✓ Etat frais et coloration de Gram.

✓ Ensemencement d'une galerie biochimique classique ou bien galerie

API 10s.

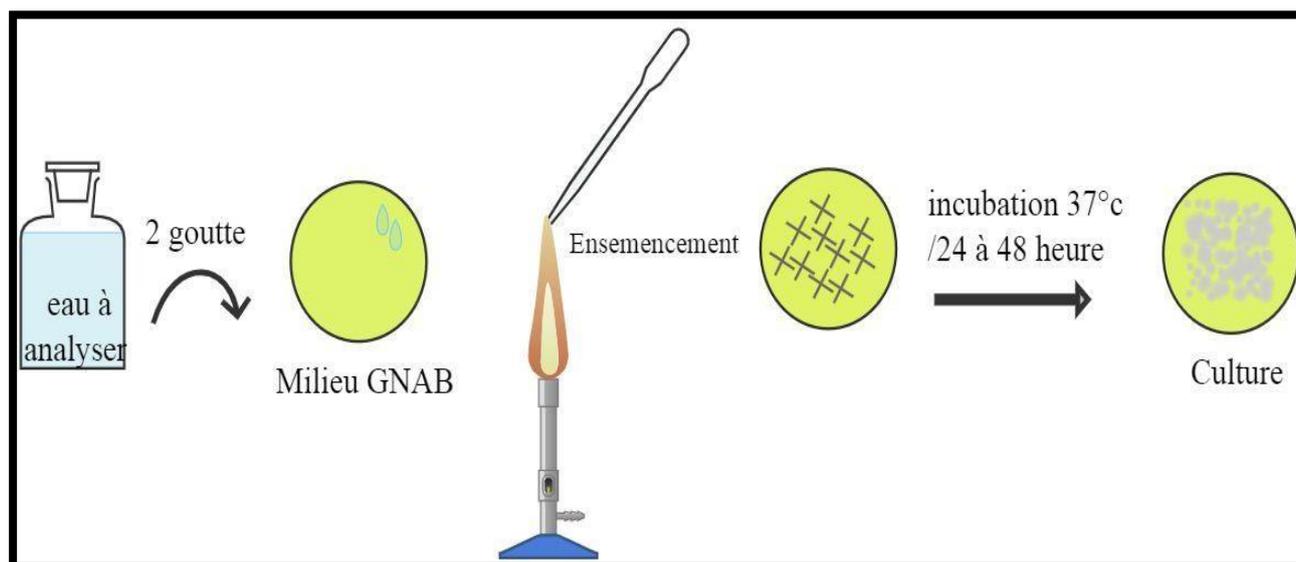


Figure 31: Protocole opératoire de recherche et identification de *Vibrio* dans les eaux
(Photo personnel, 2023).

4 L'identification :

4.1 Examen macroscopique des caractères cultureux :

Dans les conditions données, chaque espèce bactérienne développe une colonie de taille, de forme, de couleur et de consistance caractéristiques (**Singleton, 1999**). Pour l'examen macroscopique des bactéries, les souches doivent être cultivées sur un milieu gélosé solide en boîte de Pétri (**Dellaras, 2007**).

L'aspect des colonies dépend du milieu, de la durée et la température d'incubation. Il ne pourra être décrit convenablement qu'à partir des colonies bien isolées. La description des colonies doit mentionner plusieurs éléments :

- ✓ La taille ; grand, petite ;
- ✓ La forme : bombée, plate, ombiliquée, à centre surélevé ;
- ✓ L'aspect de la surface : lisse, rugueux ;
- ✓ L'opacité : opaque, translucide, transparent ;
- ✓ La consistance : grasse, crémeuse, sèche, muqueuse (**Joffin et al., 2001**) ;
- ✓ Pigment : présence, absence, diffusible ou non (**Chabasse et al., 2002**).

4.2 Examen microscopique :

4.2.1 Coloration de Gram :

L'examen microscopique après une coloration de Gram nécessite au 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 et fixé par la chaleur (**Degrémont, 2005**) (**Fig.32**).

La coloration de Gram est considérée comme une référence en bactériologie, elle distingue les bactéries à Gram positifs et Gram négatifs (**Denis et al., 2007; Murray et al., 2009**). Elle est réalisée comme suit :

- ✓ Fixer le frottis par la chaleur ;
- ✓ Recouvrir le frottis de la solution de violet Gentiane. Laisser agir 1 minute ;
- ✓ Rejeter le colorant. Rincer à l'eau ;
- ✓ Recouvrir la préparation de Lugol. Laisser agir 1.30 minute ;
- ✓ Rejeter le Lugol. Rincer à l'eau ;
- ✓ Décolorer à l'alcool 95° pendant 10 secondes ;
- ✓ Rincer à l'eau courante ;
- ✓ Recouvrir la lame de la solution de Fuchsine diluée. laisser agir pendant 30 secondes à 1 minute ;
- ✓ Rincer abondamment à l'eau, égouttée, sécher entre deux feuilles de papier buvard très propres ;
- ✓ Utilisation l'huile à immersion pour l'observation microscopique (**Grossissement X 100**) (**Degrémont, 2005**).

❖ Lecture :

Après ce traitement, les bactéries Gram positif sont bien colorées en violet, et les bactéries Gram négatif sont colorées en rose (**Fig. 32**) (**Mamadou, 2005; Prescott,2003; Carbonnelle, 1988**).

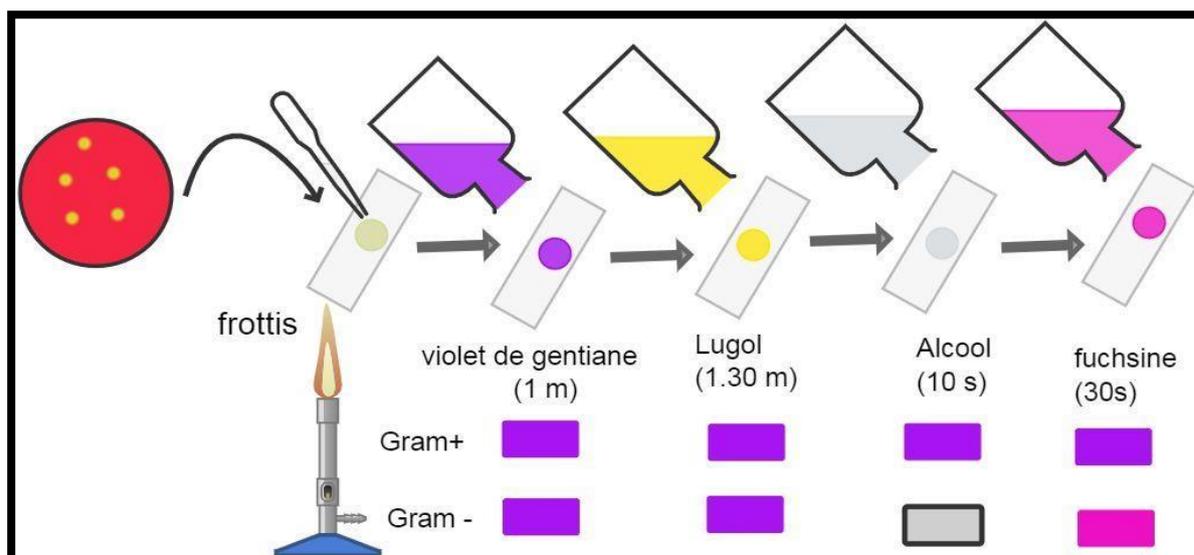


Figure 32 : Procédure de la coloration de Gram (Photo personnel, 2023).

4.3 L'identification biochimique :

➤ L'API 10S :

La galerie API 10 S comporte 10 micro tubes contenant des substrats déshydratés. Les micro tubes sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les tests. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs (IVD, 2006).

❖ Lecture :

La lecture de ces réactions se fait à l'aide du Tableau de Lecture et l'identification est obtenue en consultant la liste des profils de la notice ou à l'aide d'un logiciel d'identification (IVD, 2006).

➤ Mode opératoires :

• Préparation de l'inoculum :

Une seule colonie bien isolée sur milieu gélosé est prélevée à l'aide d'une pipette, les cellules jeunes (18 à 24 heures) sont préférentiellement utilisées. La suspension bactérienne est soigneusement homogénéisée dans le milieu. Elle doit être utilisée extemporanément (Boukhemis *et al.*, 2015).

- **Inoculation de la galerie :**

A l'aide d'une pipette pasteur, 1 à 4 colonies morphologiquement identiques sont prélevées et mises en suspension dans de l'eau physiologique. Les tubes des tests (et non les cupules) sont remplis avec la suspension précédente pour éviter la formation de bulles d'air au fond des tubes. La pointe de la pipette est posée sur le côté de la cupule en inclinant légèrement la boîte chargée de la suspension bactérienne vers l'avant.

Les tubes et cupules des tests qui portent un cadre tels que GLU ont été remplis avec la suspension et les cupules des tests soulignés tels que ADH et URE ont été remplis aussi avec la suspension sur laquelle a été ajoutée une couche d'huile de paraffine (anaérobiose).

Il faut remplir la boîte d'incubation des tubes des tests avec un peu d'eau pour éviter la dessiccation lors de l'incubation à 35°C pendant 24 heures (**Boukhemis et al., 2015**).

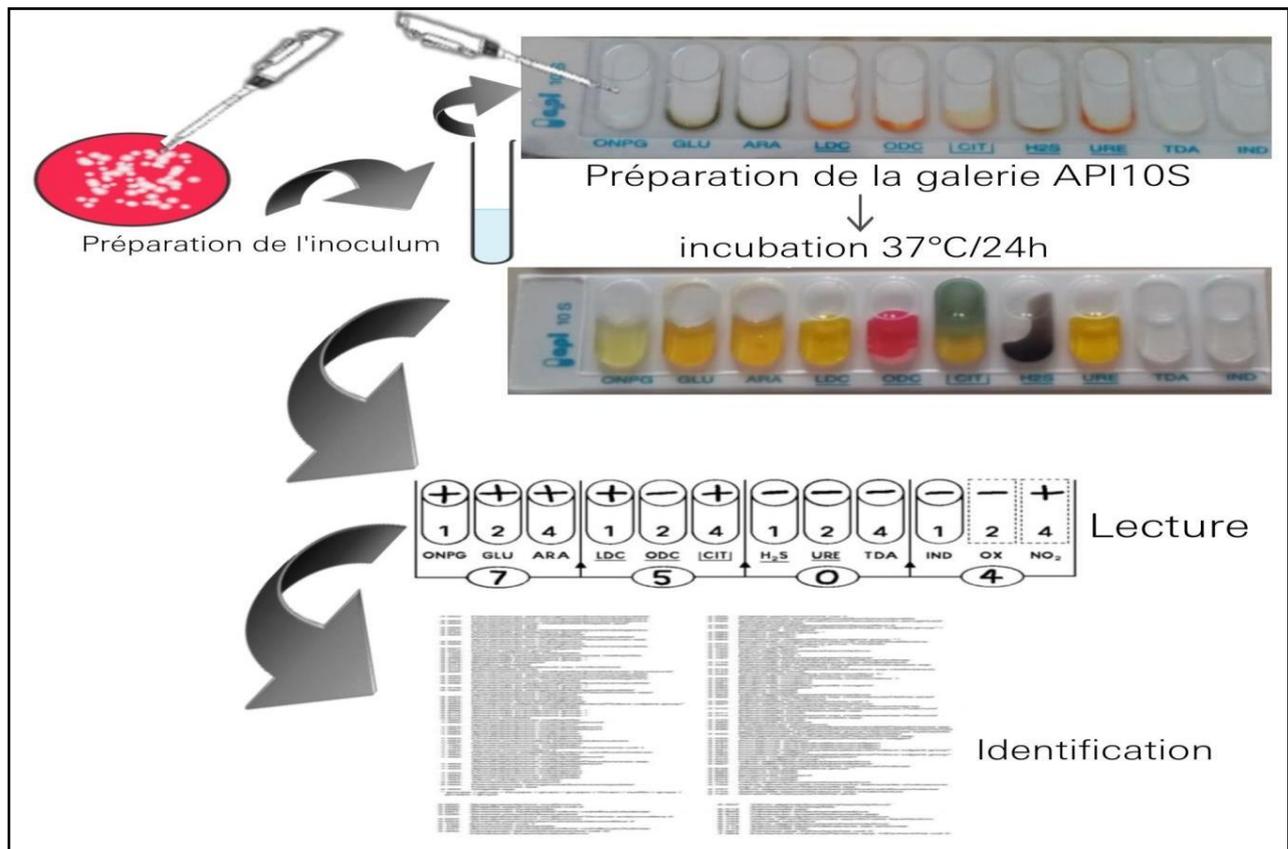
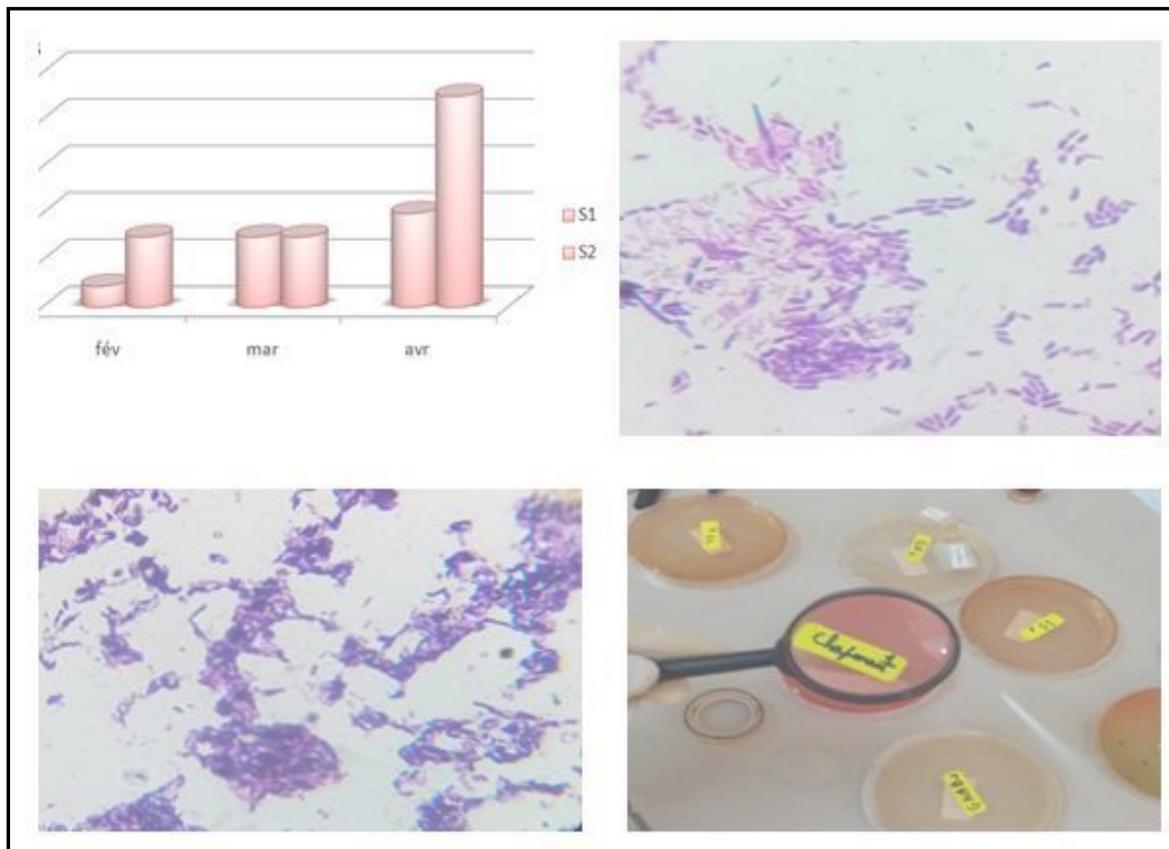


Figure 33 : Protocole d'une préparation de la galerie API 10s (**Photo personnel, 2023**).

Chapitre IV

Résultats et Discussion



1 Les résultats des analyses physico-chimiques :

1.1 Température (°C) :

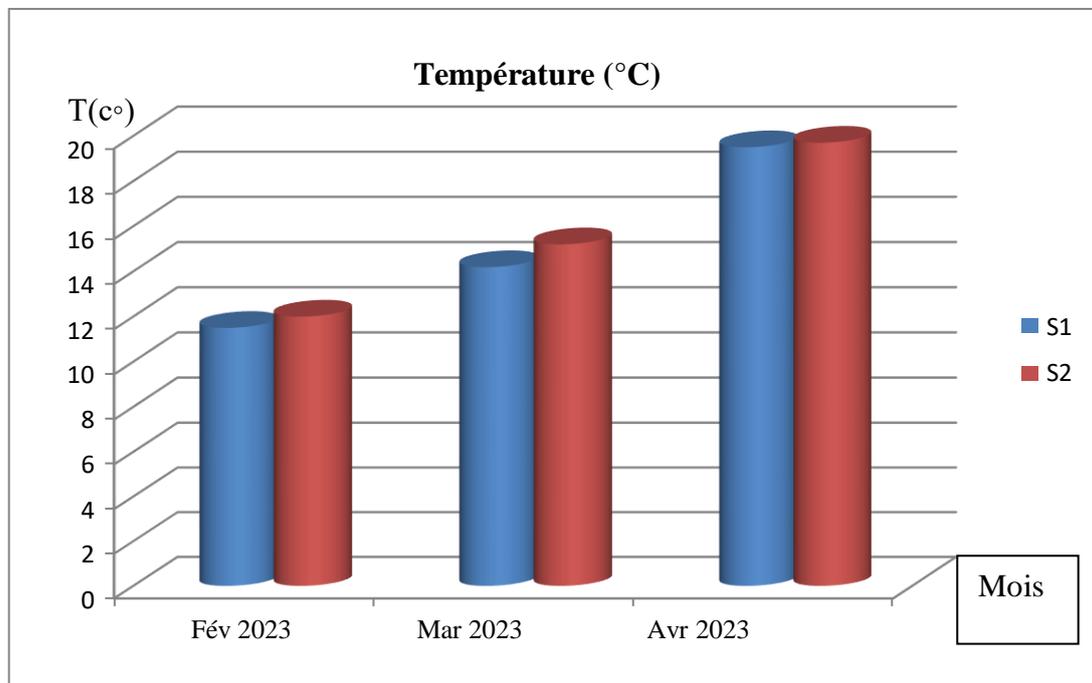


Figure 34 : Variations de la température des eaux de Barrage Hammam Grouz- Mila (Février-Avril 2023).

D'après les résultats consignés (**Fig.34**), la température des eaux étudiées, variée entre (11,7°C) à (19,7°C), la valeur de température maximale enregistré durant le troisième prélèvement (Avril) à la station 2, alors que la valeur le plus basse est noté pendant le premier prélèvement (Février) à station 1.

Selon la grille d'appréciation de la qualité générale des eaux (**Monod, 1989**). (**Tab.09**) les eaux de Barrage Hammam Grouz sont de qualité normale (Classe 1A).

Tableau 09: Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Monod, 1989).

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

1.2 Potentiel Hydrogène (pH) :

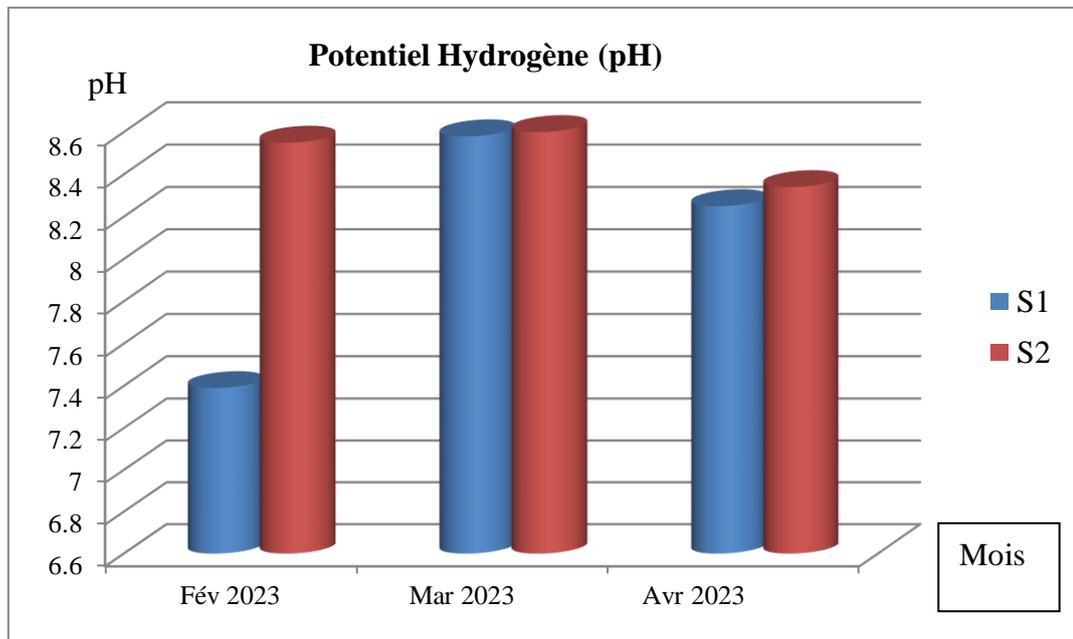


Figure 35 : Variations de pH des eaux de Barrage Hammam Grouz -Mila (Février-Avril 2023).

Selon les résultats obtenus (Fig.35), les valeurs de pH de Barrage varient de 7,39 (Février) à la station 1 jusqu'à 8,60 (Mars) à la station 2.

Les valeurs élevées du pH peuvent être dues à la présence d'algues au niveau des bordures de Barrage Hammam Grouz c'est à cause de la photosynthèse (Touchart, 2003),

aussi elle est causée par l'utilisation des produits de lavage dont on a observé et à plusieurs reprises des gens qui lavent leur voiture a proximité de Barrage à la station 2.

La qualité de l'eau est de neutralité rapproché pour l'ensemble des prélèvements.

Tableau10 : 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

1.3 Conductivité électrique (CE) :

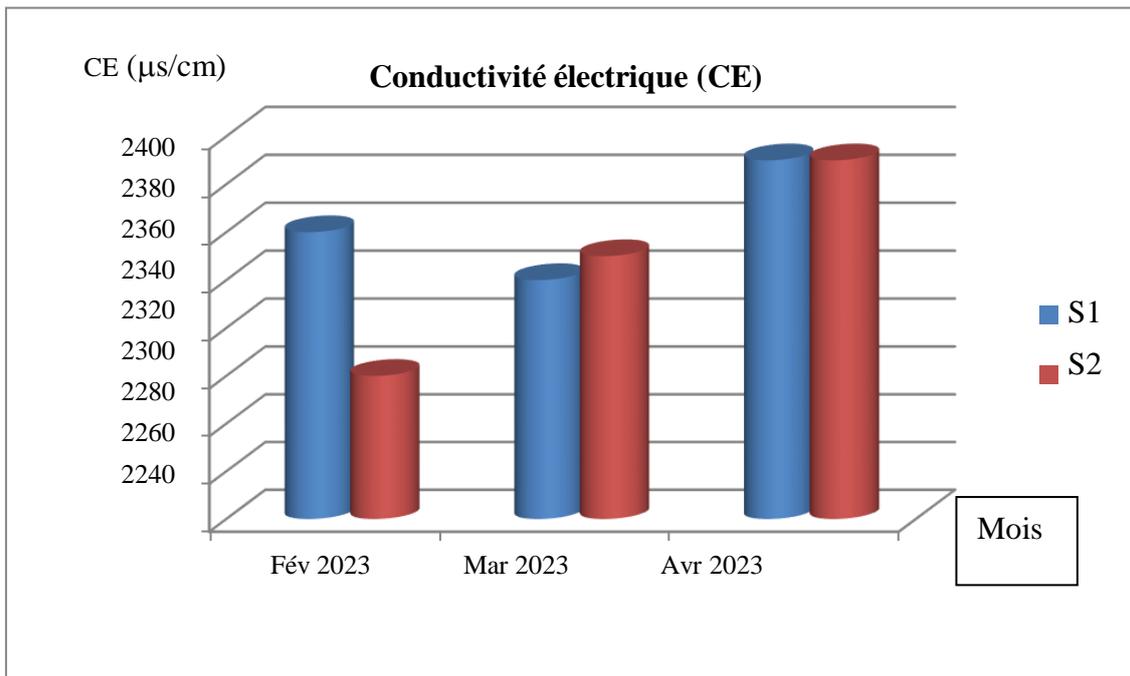


Figure 36 : Variations de la conductivité électrique (CE) des eaux de Barrage Hammam Grouz -Mila (Février-Avril, 2023).

La conductivité électrique des eaux analysée varie entre (2300 µs/cm) et (2390 µs/cm) (Fig.36), les concentrations de CE permet de donner des informations sur les matières solubles dans l'eau.

Comparativement aux données de la grille de la qualité des eaux superficielles de l'ABH (Tab.11), les eaux du Barrage sont de bonne qualité

Tableau 11 : Grille de la qualité des eaux superficielles pour la CE (ABH, 2009).

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

1.4 Oxygène dissous (O₂) :

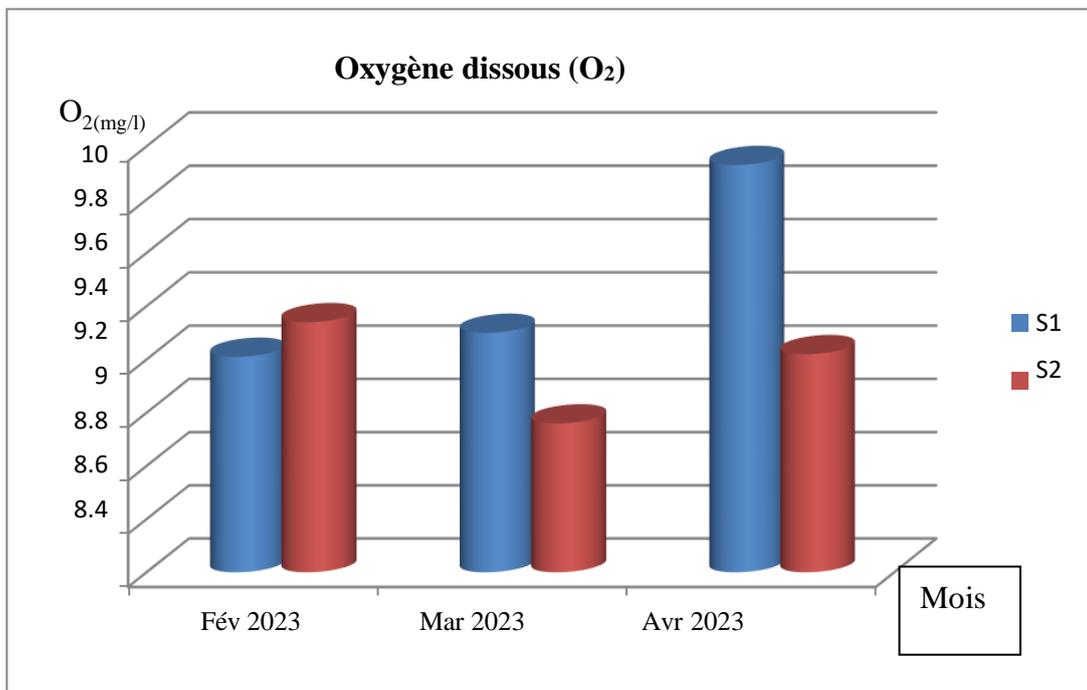


Figure 37: Variations de l’oxygène dissous dans les eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila (Février-Avril 2023).

D’après les résultats enregistrés (Fig.37), la valeur minimale d’Oxygène dissous est (8,96mg/l) a été enregistrée à la station 2 durant le mois de Mars et la valeur maximale (9.93 mg/l) notée à la station 1 durant le troisième Prélèvement (Avril).

L'oxygène est un facteur écologique essentiel. La saturation en oxygène de l'eau à une température considérée est assurée par les échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère à travers l'interface air -eau (Gaujous, 1995; Touchart, 2003).

D'après la grille d'évaluation (Tab.12), la qualité des eaux de Barrage sont d'excellent qualité.

Tableau 12: 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

1.5 Nitrates (NO₃⁻) :

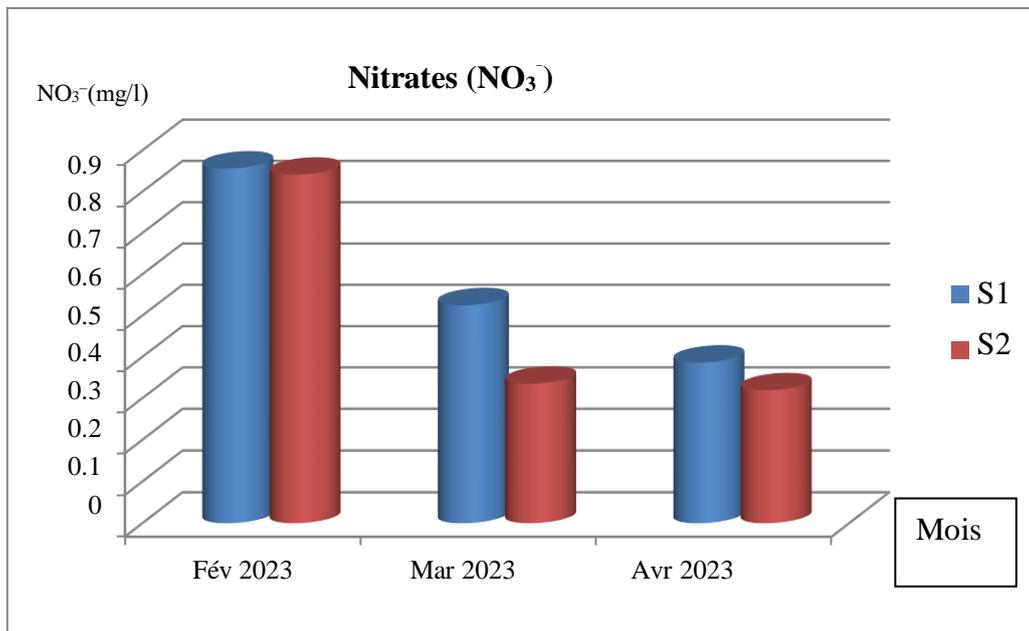


Figure 38 : Variations des Nitrates des eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila (Février-Avril 2023).

Au niveau de Barrage Hammam Grouz la concentration maximale en nitrates (0,856 mg/l) été enregistrée durant le mois de Février à la station (S1). La valeur minimale (0.319mg/l) est relevée pendant le mois d'Avril à la station (S2).

Les concentrations de nitrates sont l'égerment élevées pendant le premier prélèvement (Février), cela est justifier par l'utilisation des engrais intensif par des agriculteurs au voisinage de barrage à cette période de l'année.

Selon la grille de la qualité des eaux en nitrates (ANRH, 2001), (Tab.13), les eaux de Barrage sont de bonne qualité.

Tableau 13: Grille de qualité des eaux en nitrates. (ANRH, 2001).

Teneurs en nitrates (NO ₃ ⁻)	Qualités des eaux
<10	Bonne
10<NO ₃ ⁻ <20	Moyenne avec singe de pollution
20<NO ₃ ⁻ <40	Polluée avec une pollution nette
>40	La pollution est importante

1.6 Nitrites (No₂⁻) :

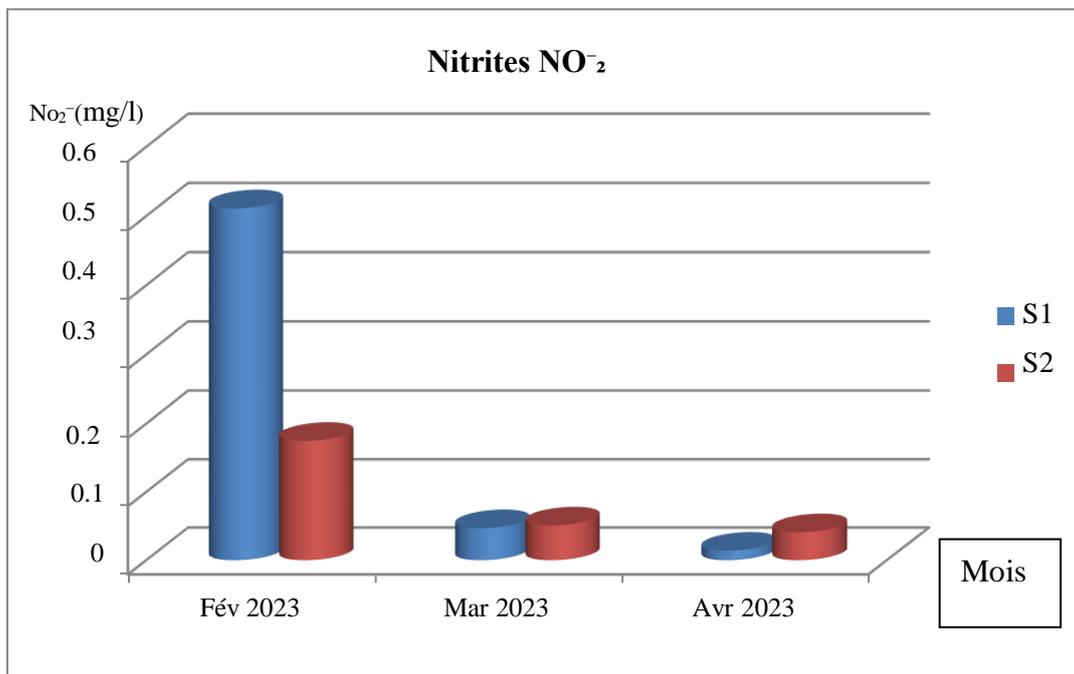


Figure 39 : Variations des Nitrites des eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila (Février-Avril 2023).

Les valeurs maximales de nitrites enregistrés dans le premier prélèvement (Février) avec un maximum (0.511 mg/l) à la station 1, et la valeur minimale (0,17 mg/l) observée durant le mois d'Avril à la station 1 (**Fig.39**).

Les résultats enregistrés montrent la présence de nitrite dans l'ensemble des prélèvements, c'est une preuve de présence d'une pollution liée aux activités humaines (rejets urbains, industriels et surtout agricoles et élevage intensifs).

La teneur des nitrites la plus élevée se retrouve généralement dans les régions où les activités agricoles sont plus intenses (**G.S.L, 2003**).

Selon la Grille de la qualité des eaux en fonction de nitrite les eaux analysées sont passable.

Tableau 14 : Grille de la qualité des eaux en nitrite (**ANRH, 2001**).

Teneurs en nitrites NO ₂ mg /l	Qualité des eaux
<0.1	Excellent
0.1<NO ₂ <1	Bonne
0.3<NO ₂ <1	Passable
1<NO ₂ <2	Médiocre
>2	Excessive

1.7 Azote ammoniacal (NH_4^+) :

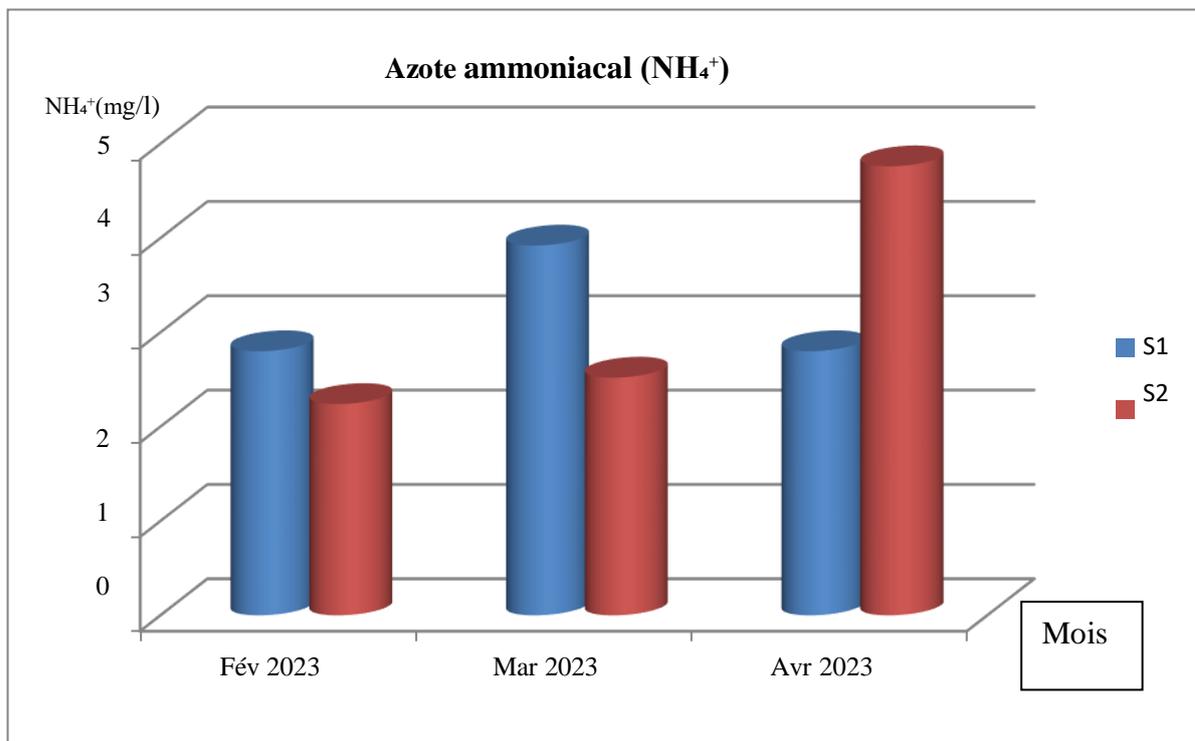


Figure 40 : Variations d'azote ammoniacal des eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila (Février-Avril 2023).

Les teneurs en azote ammoniacal montrent des variations s'observant d'un mois à l'autre selon la (Fig.40), Avec une valeur minimale (2,24 mg/l) enregistrée durant le mois Février, et une valeur maximale (4,76 mg/l) pendant le mois d'Avril à la même station 2.

La présence d'ammonium durant toute la période d'étude, témoigne la présence d'une contamination des eaux par des rejets organique d'origine agricole, domestique ou industrielle.

Selon les classes d'aptitude des eaux superficielles de l'ABH (2009) en fonction d'azote ammoniacale (Tab.15). Les eaux analysées sont de qualité mauvaise.

Tableau 15 : Grille de la qualité des eaux superficielle de NH_4^+ (ABH, 2009).

Paramétré Classe	Unité	Très bonne	Bonne	passable	Mauvaise	Très mauvaise
NH_4^+	mg /l	0,5	1,5	2,8	4	>4

1.8 Phosphates (PO_4^{-3}) :

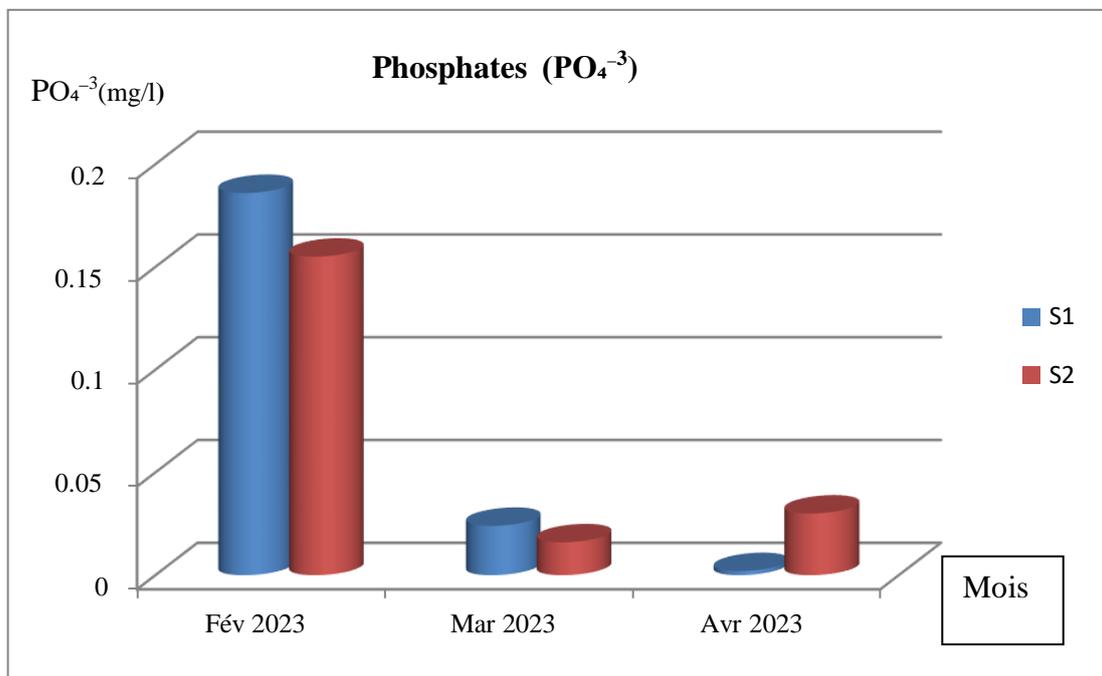


Figure 41 : Variations des teneurs des Phosphates des eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila (Février-Avril 2023).

L'eau de Barrage Hammam Grouz présentés des concentrations variables. Les valeurs maximales sont enregistrées durant le mois de Février (0.186 mg/l), Les valeurs minimales ont été noté pendant le mois Avril (0,002 mg /l) toujours à la même station 1(**Fig.41**).

Les phosphates jouent un rôle très important dans le développement des algues ; avec les nitrates, ils sont susceptibles de favoriser leur multiplication dans les écosystèmes aquatiques, où ils contribuent à l'eutrophisation. Les phosphates peuvent avoir pour origine le lessivage des terres cultivées enrichies en engrais phosphatés ou traitées par certains pesticides et surtout la présence de lessives dans les eaux usées domestiques et urbaines (**Rodier, 2009**).

Les eaux du Barrage contiennent des teneurs en phosphates allant de 0,002 mg/l à 0.186 mg/l, traduisant ainsi des eaux de qualité «très bonne» selon les classes d’aptitude des eaux superficielles de l’ABH (2009) (Tab.16).

Tableau 16 : Grille de la qualité des eaux superficielle pour PO_4^{-3} (ABH, 2009).

Paramètres Classe	Unité	Très bonne	bonne	passable	Mauvaise	Très Mauvaise
PO_4^{-3}	mg/l	0,1	0,5	1	2	>2

1.9 Demande chimique en oxygène (DCO) :

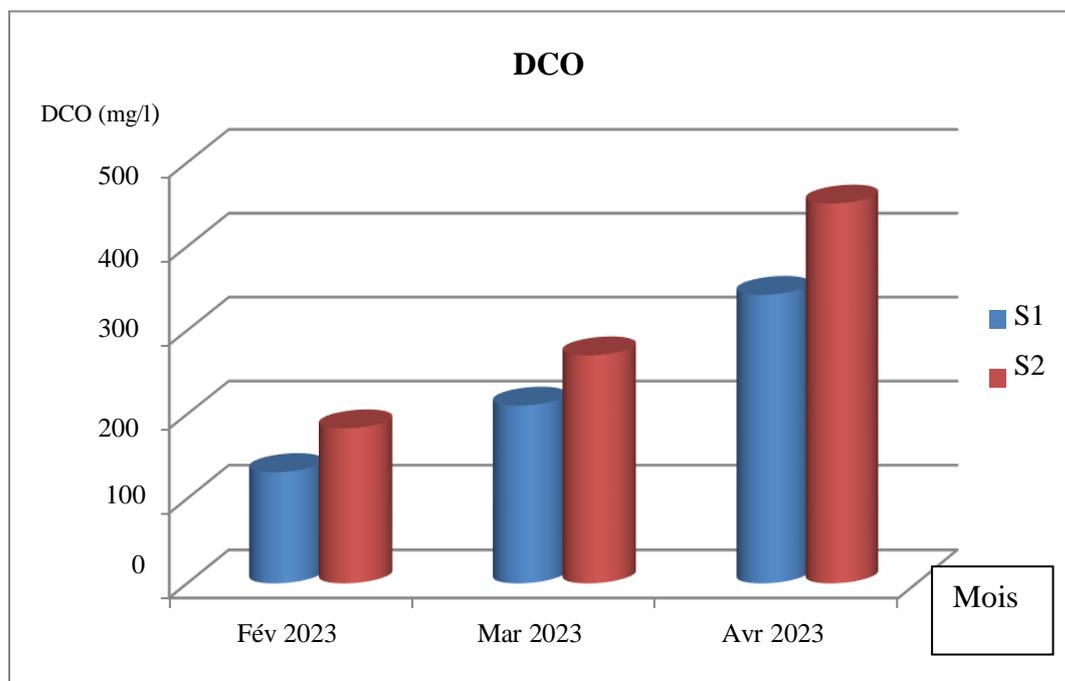


Figure 42 : Variations des teneurs de la DCO dans les eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila (Février-Avril 2023).

Les résultats montrent que la valeur de DCO la plus élevée (451,2 mg/l) est enregistrée à la station 2 durant le mois d’Avril ainsi que et la valeur la plus basse (131,2 mg/l) est notée à la station 1 durant le mois de Février.

Les conditions sévères d’oxydations dans la mesure de la DCO font que la connaissance de celle-ci donne une bonne idée de la pollution globale (Vaillant, 1974).

On comparant les résultats obtenus (Fig.42) avec la grille de la qualité des eaux superficielle pour la DCO (Tab.17)

Les eaux de Barrage Hammam Grouz sont de très mauvaise qualité.

Tableau 17 : Grille de la qualité des eaux superficielle pour la DCO (ABH ,2009).

Paramètre Classe	Unité	Très Bonne	Bonne	passable	Mauvaise	Très Mauvaise
DCO	mg/l	20	30	40	80	>80

2 Les résultats des analyses bactériologiques :

2.1 Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :



Figure 43 : Dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans les eaux de Barrage Hammam Grouz (Cliché personnel; Avril, 2023).

2.1.1 Coliformes totaux :

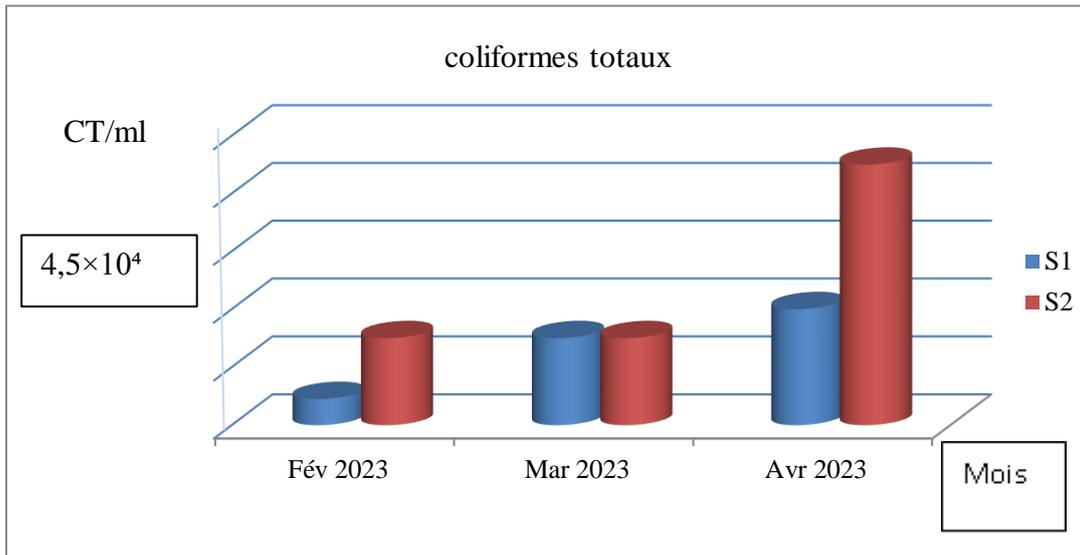


Figure 44 : Estimation des coliformes totaux des eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila (Février-Avril 2023).

D’après ces résultats (Fig.44), le Nombre des coliformes totaux atteint son maximum ($4,5 \times 10^4$) à la station 2 durant le mois Avril, ainsi que la valeur minimale ($1,5 \times 10^4$) à la station 1 durant le mois Février, on remarque généralement une légère contamination à la station 2 par rapport à l’autre station de prélèvement.

2.1.2 Coliformes Fécaux :

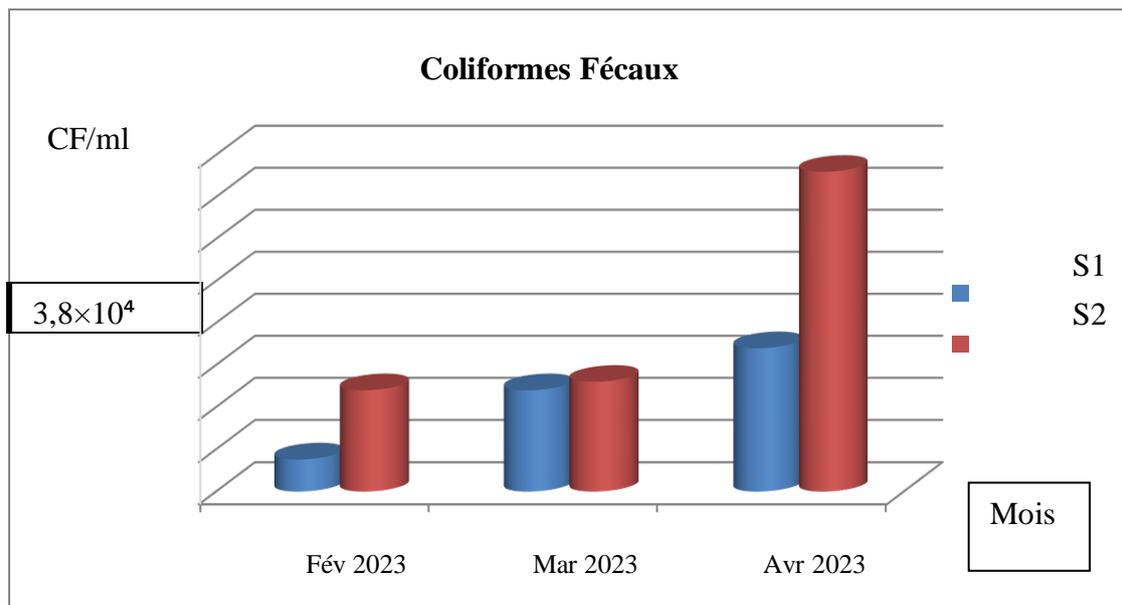


Figure 45 : Estimation des coliformes fécaux des eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila (Février-Avril 2023).

Le graphique des coliformes fécaux (**Fig.45**), présente la même allure de celui des coliformes totaux, où on a noté un maximum des CF ($3,8 \cdot 10^4$) pendant le mois d'Avril à la deuxième station.

La présence des Coliformes totaux et fécaux et en particulier *Escherichia coli* est considéré comme le meilleur indicateur d'une contamination fécale récente du milieu aquatique par la matière fécale humain ou d'animaux à sang chaud (**Edberg et al., 2000**).

Pour les eaux de barrage de Hammam Grouz, cette légère pollution d'origine fécale d'eau est liée principalement aux déjections animales (oiseaux d'eau, animaux domestique), ainsi que d'éventuel rejet urbain au voisinage de Barrage

La température élevée est un facteur principal qui favorise la multiplication des microorganismes.

2.2 Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :



Figure 46 : Dénombrement des streptocoques fécaux des eaux de barrage Hammam Grouz-Mila (**Cliché personnelle; Avril, 2023**).

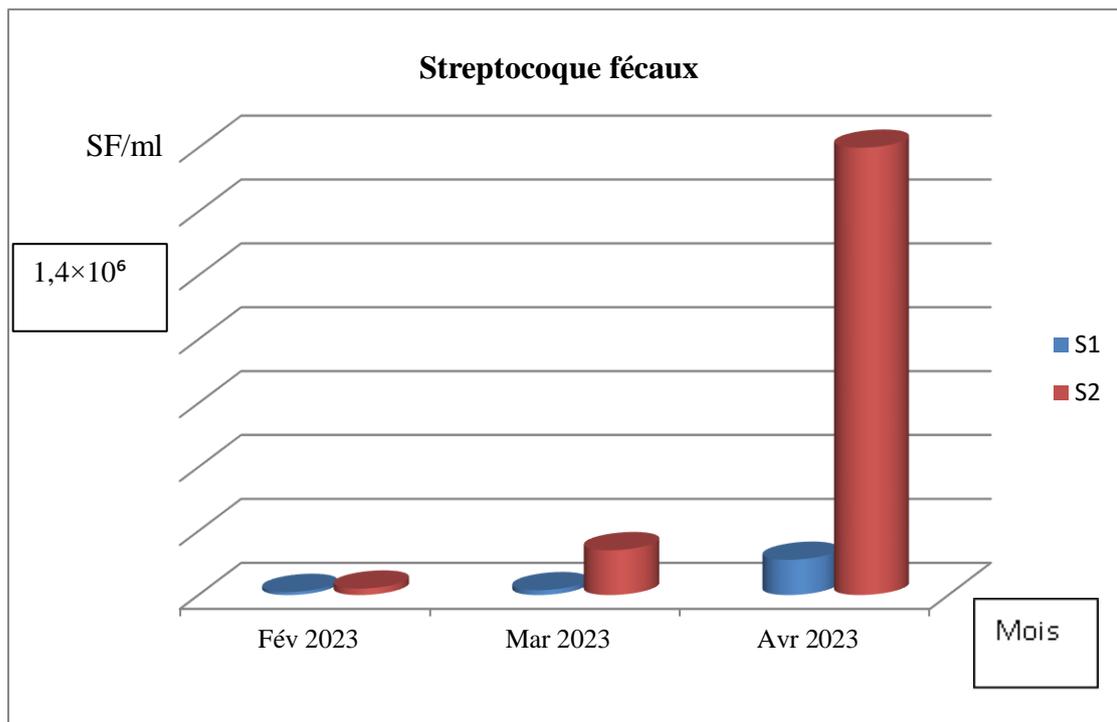


Figure 47 : Estimation des streptocoques fécaux dans les eaux de Barrage Hammam Grouz-Mila (Février-Avril 2023).

D'après les résultats (Fig.47) des SF, durant toute la période d'étude les valeurs notées ont été très faibles à l'exception du prélèvement d'Avril à 2^{ème} la station en à dénombre ($1,4 \times 10^6$ SF/ml).

Les Streptocoques fécaux sont des indicateurs de contamination fécale mais plus résistants dans le milieu extérieur que les coliformes

2.3 Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR) (*Clostridium*) :



Figure 48 : Résultat de la recherche et dénombrement des ASR dans la gélose VF (Cliché personnel; Avril, 2023).

La présence des spores des ASR dans une eau naturelle fait penser à une contamination fécale et en l'absence de bactéries coliformes, à une contamination ancienne, ils constituent aussi un bon indicateur de pollution (Georges *et al.*, 2002).

Durant toute la période d'étude le taux des ASR été indénombrable au niveau de la station 2 qui est explique par les déchets issus des effluents de Chelghoum l'aïd. Par contre les résultats a la premier station oscillent entre 4 à 6 ASR /20ml.

Tableau 18 : Dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR/20 ml).

Points Période	Février	Mars	Avril
Site01	4	5	6
Site 02	Indénombrable	Indénombrable	Indénombrable

2.4 Recherche et identification des Les germes pathogènes :

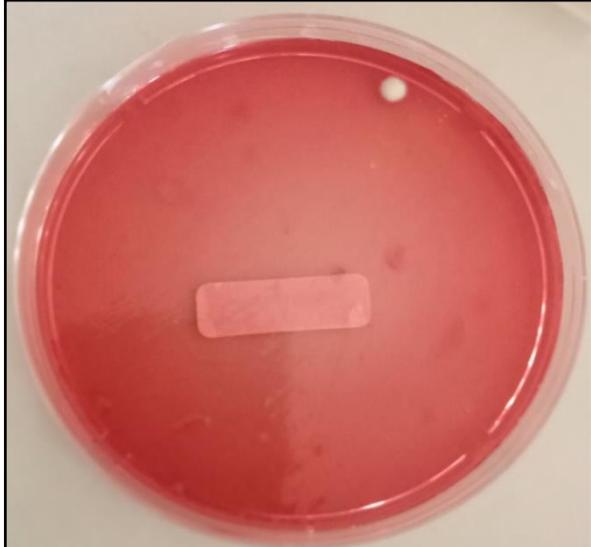
Les germes pathogènes sont souvent présents en faibles quantités dans l'eau et peuvent se développer en culture, au cours de nos travaux, l'identification des colonies isolées repose principalement sur l'observation macroscopique, microscopique et l'identification biochimique par la galerie des Api10s.

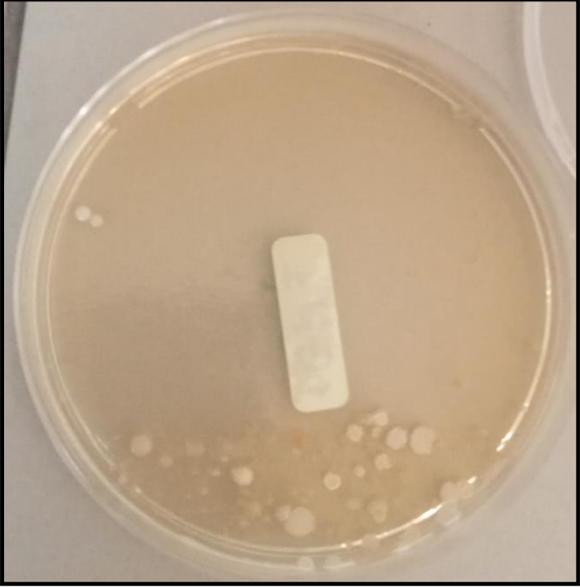
2.4.1 Identification macroscopique des colonies :

Nous avons effectué un simple examen microscopique qui a fait apparaître:

Tableau 19: Aspects macroscopiques des colonies bactériennes isolées.

Milieux de Culture	Observation Macroscopique	Aspect macroscopique sur gélose
Héctoèn	<p>Colonies très petites (moins de 1mm de diamètres), verte, circulaires, bombées, lisses.</p> <p>Colonies grandes, verte foncées, circulaires, bombées, lisse, opaques</p> <p>Colonies très petites (moins 1 mm), jaune saumon, de contours irréguliers, plate, opaque, lisse</p> <p>Colonies petites, marron, avec centre foncées, irrégulières, bombées, lisses.</p>	 <p>Figure 49 : Aspect des colonies sur le milieu Héctoèn.</p>
Gélose <i>Salmonell a-Shigella</i> (SS)	<p>Colonies petites, incolores, plates, transparentes, régulières, lisses.</p> <p>Colonies moyennes, marrons, bombées, rondes, irrégulières, lisses opaques.</p> <p>Colonies petites, noirs, bombées, rondes lisses, opaques</p>	 <p>Figure 50 : Aspect des colonies sur le milieu SS.</p>

<p>Gélose Nutritif Alcaline Bilée. (GNAB)</p>	<p>Colonies très petites (moins de 1 mm de diamètres), incolores, bombées, lisses, translucides. Colonies moyennes, blanchâtres, rondes, lisses, transparentes (Fig.51).</p>	 <p>Figure 51 : Aspect des colonies sur milieu GNAB.</p>
<p>Gélose Chapman</p>	<p>Colonies petites, jaunes dorés, rondes, lisses à contours réguliers, opaques. Colonies petites, blanches, ronde, bombées, réguliers, opaques (Fig. 52). Colonies petites, jaunes, rondes, bombées, translucides</p>	 <p>Figure 52 : Aspect des colonies sur le milieu Chapman.</p>

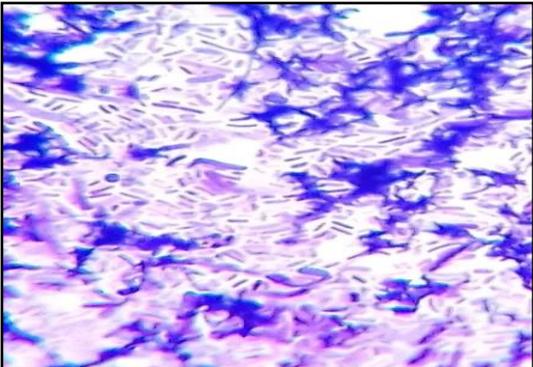
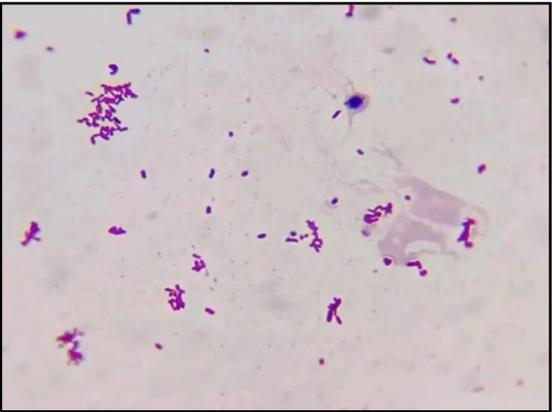
<p>Gélose nutritive</p>	<p>Colonies plates et colonies bombée, grande taille, lisse de couleur jaune et d'autres transparentes.</p>	 <p>Figure 53 : Aspect des colonies sur gélose Nutritive.</p>
<p>Gélose Viande fois (VF)</p>	<p>Colonies caractéristiques qui sont de couleur blanche entouré d'une auréole noire</p>	 <p>Figure 54 : Aspect des colonies sur le milieu VF.</p>

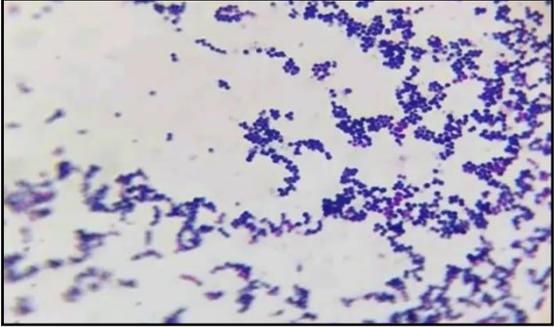
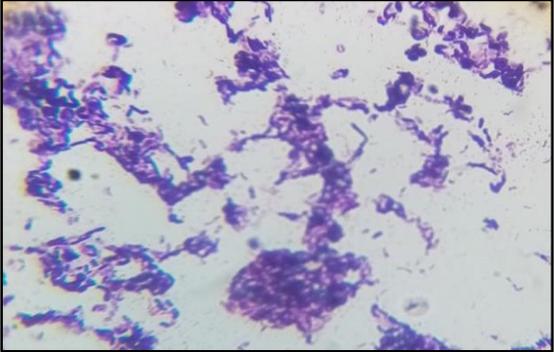
<p>King A</p>	<p>Colonies caractéristiques qui sont translucide</p>	 <p>Figure 55 : Aspect des colonies sur gélose King A.</p>
<p>King B</p>	<p>Colonies caractéristiques qui sont de couleur marron</p>	 <p>Figure 56 : Aspect des colonies sur gélose King B.</p>

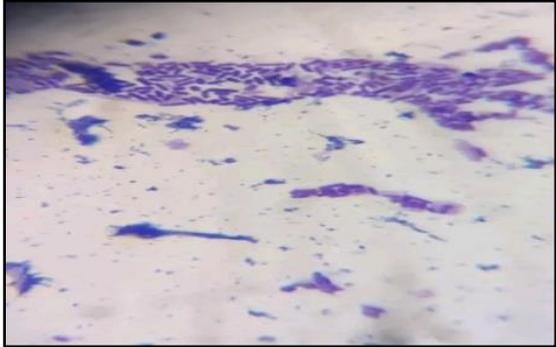
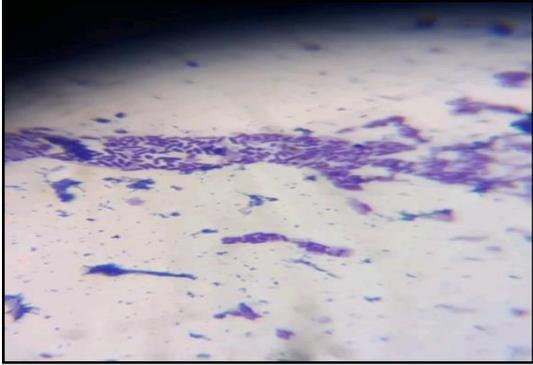
2.4.2 L'identification microscopique des bactéries :

Nous avons effectué un simple examen microscopique après coloration de Gram

Tableau 20 : Aspects microscopiques des colonies bactériennes isolées

Milieux de culture	Observation microscopique
<p style="text-align: center;">Héctoèn</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Figure 57 : Bacille Gram négative à partir Héctoèn (Grossissement ×100).</p>
<p style="text-align: center;">Gélose <i>Salmonella-Shigella</i> (SS)</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Figure 58 : Bacille Gram négatif à partir du SS (Grossissement ×100).</p>

<p>Gélose Nutritif Alcaline Bilée. (GNAB)</p>	 <p>Figure 59 : Bacille Gram négative à partir du GNAB (Grossissement $\times 100$).</p>
<p>Gélose Chapman</p>	 <p>Figure 60 : Cocci Gram positive à partir du milieu Chapman (Grossissement $\times 100$).</p>
<p>Gélose nutritive</p>	 <p>Figure 61 : Bacille Gram positive à partir de milieu GN (Grossissement $\times 100$).</p>

<p>Gélose Viande fois (VF)</p>	 <p>Figure 62 : Bacille Gram Positive à partir du milieu VF (Grossissement $\times 100$).</p>
<p>King A</p>	 <p>Figure 63 : Bacille Gram négative à partir du King A (Grossissement $\times 100$).</p>
<p>King B</p>	 <p>Figure 64 : Bacille Gram négative à partir du King B (Grossissement $\times 100$).</p>

2.4.3 Identification par les Api 10s :

Les espèces bactériennes identifiées par les API sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 21 : Les espèces identifiées par l'API 10s.

API système	Milieux de culture	Le code	Espèces bactériennes identifiées
Api 10s	SS	7714	<i>Salmonella choleraesuls ssp arizonael</i>
			<i>Salmonella Spp</i>
	GNAB	7514	<i>Salmonella choleraesuls ssp arizonael</i>
	BCPL	7214	<i>Citrobacter brakii salmonella choleraesuis spp arizonael</i>
	Hécotèn	7724	<i>Serratia marcesens liquefaciens</i>
			<i>Entrobacter aérogènes Hafnia alvei</i>



Figure 65 : Profile Biochimique de la souche *Salmonella choleraesuls ssp arizonael* (Cliché personnel; Avril, 2023).



Figure 66 : Profile Biochimique de la souche *Entrobacter aérogènes Hafnia alvei* (Cliché personnel; Avril, 2023).



Figure 67 : Profile Biochimique de la souche *Salmonella choleraesuls ssp arizonael* (Cliché personnel; Avril, 2023).



Figure 68 : Profile Biochimique de la souche *Citrobacter brakii salmonella choleraesuis spp(arizonael)* (Cliché personnel; Avril, 2023).

Conclusion et perspectives



L'eau constitue un des éléments familiers et indispensables de notre vie quotidienne, Les activités humaines et les phénomènes naturels sont l'origine de la détérioration de la qualité de l'eau.

L'objectif de notre travail de recherche se base sur la caractérisation et l'étude comparative de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de Barrage Hammam Grouz à Oued El Athmania (wilaya de Mila).

Les résultats des paramètres physicochimiques ont montré que les échantillons des eaux de Barrage Hammam Grouz: ont une température inférieure à 20°C proche de la température saisonnière, un pH presque neutre qui varie entre 7.4 à 8.60, une moyenne de 2390 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la conductivité électrique qui est élevée mais elle ne dépasse pas les normes, traduisant une minéralisation excessive, le DCO et NH_4 sont élevés due probablement à une pollution diffusé traduisant une eau de mauvaise qualité, les teneurs en matières azotées (nitrates, nitrites) reflètent une eau de qualité bonne, les mêmes remarques sont observées avec les teneurs des phosphates classant l'eau de très bonne qualité selon ce paramètre.

Donc Les résultats des analyses physico-chimiques obtenues au cours de cette étude présentent une qualité normale à bonne pour les eaux de Barrage Hammam Grouz.

Les résultats des analyses bactériologiques obtenus révèlent que l'eau de ce Barrage est légèrement polluée par la présence de germes témoignant d'une contamination fécale à savoir les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les anaérobies sulfite-réducteurs ainsi que la présence de bactéries pathogènes tel que *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *Serratia*, *Proteus*...etc. Cette contamination est due principalement au pâturage intensif et l'exploitation agricole.

A la lumière de ces résultats, la qualité de l'eau de cette retenue présente les caractéristiques d'une eau normale légèrement polluée, pour rendre l'eau de ce Barrage utilisable en boisson alimentaire et pas seulement pour l'irrigation, il faut établir une station de traitement ainsi une autre d'épuration des effluents de ce barrage.

Les perspectives :

- Améliorer le système de protection des eaux de Barrage Hammam Grouz;
- Etablir une politique de traitement et recyclages des déchets;
- Contrôle continue des différentes sources de pollution de l'eau;
- La mise en service d'une station d'épuration des eaux usées devrait réduire d'une manière considérable la contamination d'eau;
- Surveillance continue des problèmes des fuites des eaux de Barrage;
- Réduire la pêche irrégulière des poissons autoépurés.

Références bibliographiques



A

- **ABH. (2009).** Agence de bassine hydrographique, Rapport
- **Agence. (2008).** L'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux conclusions de l'autosaisine sur la méthodologie de l'évaluation qualitative des risques liés a la présence de *clostridium perfringens* dans les matières fertilisantes et les supports de culture ,avis de l'anses autosaisine n° « 2008-sa-0257a ,1-25p.
- **Aissaoui, A. (2017).** Evaluation du niveau de pollution des eaux et des sédiments du barrage hammam Grouz (Wilaya de Mila) impact sur deux espèces de poisson *Cyprinus Carpio et Barbus Setivimensis*, [Thèse de Doctorat], biologie végétale et biologie animale, université mouloud mammeri de Tizi-Ouzou, 109p.
- **Aissaoui, A. (2013).** Evaluation du Niveau de contamination des eaux De barrage Hammam Grouz de la région de Oued El Athmania (Wilaya De Mila) par les activités Agricoles, [Mémoire de Magister], Ecologie végétale appliquée et Gestion de l'environnement, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou,75p.
- **Ait Kaci, S., Hamdi M.S. (2008).** Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'Oued "Béni-Messous".DEUA en science de la mer. (I.N.S.M.A.L).45p.
- **Alloune, M., Gouader, Y. (2013).** Contrôle De Qualité Physico-Chimique Et Microbiologique Des Eaux De La Région De Bordj BouAréridj, [Mémoire de Master], Analyse Et Contrôle De Qualité Des Denrées Alimentaires, Université Mohamed El Bachir El-Ibrahimi –Bordj Bou Aréridj, 87p.
- **Al-qawati1, M., Azami Idrissi1, Y., Alemad1, A., Belhaili1, I., Marc1, I., Baichouti, F., El Kharrim1, K.H., Belghyti1, D. (2015).** Analyse et contrôle de la qualite physico-chimique des eaux souterraines de la région sidi allal Tazi-Gharb-Maroc [physico-chemical analysis and quality control of ground water from the région Sidi Allal Tazi-Gharb-Morocco , International journal f innovation and applied Studies, 2028-9324,11p.
- **Alzohra, K.F., Ali, B ., Soufiane, B. (2008).** Système d'épuration des eaux usées de la ville de Chelghoume L'AID, Thème de technicien supérieur en traitement des eaux. Option traitement des eaux, institut national spécialisé de la formation professionnelle. Mila, 36p.

- **Amghar, W., Tassadit, F. (2017).** Résurgence des maladies a transmission hydrique en Algérie : entre causes et effets, [Mémoire de Master], Economie de la santé, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 116p.
- **Amiri, F., Boualleg, W. (2014).** étude bactériologique de l'eau de la retenue collinaire "Hadjar Gafta" de la commune Nechmaya (Wilaya de Guelma, [Mémoire de Master], santé, eau et environnement /microbiologie de l'environnement, université 8 mai 1945 Guelma ,111p.
- **ANBT. (2017).** Agence national de barrage et transfert, Rapport final.
- **ANRH. (2001).** Agence Nationale des Ressources hydrique, rapport
- **Aouissi, A. (2008).** Microbiologie et physicochimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord - Est de l'Algérie), [Mémoire de Magister], Université 8 Mai 1945 Guelma, 164p.
- **APHA., AWWA., WEF. (1998).** Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 Editions. American public health association/American water works association/water environment federation, Washington, dc.
- **Ayacha, N., Chellia, A., Mesbah, N. (2010).** Etude de l'impact des rejets hospitaliers sur la microflore lotique (cas de l'Oued Zenati). 112p.
- **Ayad, W. (2017).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'El-Harrach (Wilaya de Skikda), [Thèse de Doctorat], en microbiologie appliquée, Université Badji Mokhtar-Annaba, 116p.

B

- **Bagnouls, F., Gaussen, H. (1957).** Les climats biologiques et leurs classifications. Annales de Géographie, France, Vol : 66, N° 355, 193-220p.
- **Beauchamp, J. (2006).** Qualité et pollution des eaux souterraines, Université de Picardie Jules Vème, [Thèse de Doctorat], 335p.
- **Belabed, F. (2010).** Traitement Thermique, [Thèse de Doctorat], Université Badji Mokhtar d'Annaba, 300p.
- **Belghiti, M., Chahlaoui, A., Bengoumi, D., El Moustaine, R. (2013).** Etude de la qualite physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de meknes (Maroc), gestion et valorisation des ressources naturelles, 14 (1), 21-36p.

- **Belli, A., Bendjeddou, Y., Benzerrouk, A. (2021).** Etude physico-chimiques et microbiologiques des eaux introduites dans le Barrage Béni-Haroun (Wilaya de Mila), [Mémoire de Master], Protection des écosystèmes, Université Abd Elhafid Boussouf-Mila, 133p.
- **Benayache, N. (2014).** Evaluation de niveau de la pollution organique des eaux des Barrage Hammam Grouz et béni- Haroun, [Mémoire de Master], gestion durable des écosystèmes et protection de l'environnement, Université Constantine1, 50p.
- **Benchaabane, R. (2018).** Evaluation de la qualité des cours d'eau de la commune d'Oued Athmania, [Mémoire de Master], écologie fondamentale et appliquée, Université des frères Mentouri Constantine1, 78p.
- **Benchoula, N. (2018).** Etude de l'évolution de la pollution minérale des eaux potables 'AEP' de la région de Ouargla, [Mémoire de Master], génie des procédés de L'environnement, Université Kasdi Merbah Ouargla, 113p.
- **Benkaddour, B. (2018).** Contribution a l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Cheliff (Algérie), [Thèse de Doctorat], chimie, Université de Mostaganem, 192p.
- **Benslimane, R. (2001).** Contribution à l'étude des eaux résiduaires de la ville de Skikda et sa périphérie, [Mémoire Ingénieure], Eco et environnement Des écosystèmes, Université d'Annaba, 95P.
- **Berebouh, N. (1997).** Contribution à l'étude de la contamination par les métaux lourds (Cd, Cr, Cu, Fer, Ni, Pb, Zn) d'un poisson pélagique, la Sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1972), pêchée dans la baie d'Oran, [Mémoire de Magister], ISMAL, 139p.
- **Beriche, P., Gaillard, J.L., Simouet, M. (1988).** Bactériologie, Les Bactéries Des Infections Humaines, Flammarion médecine sciences. France., 660p.
- **Bernard, C. (2007).** Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, Edition Bibliobazaar, 316p.
- **Bohy, M. (2003).** Caractérisation de sources de pollution composées d'un mélange de solvants chlores en aquifère alluvial, Expérimentations en laboratoire et sur site contrôlé associées à la simulation numérique, [Thèse de Doctorat], Université Louis Pasteur de Strasbourg, 183p.
- **Boughrbi, F., Sabour, N. (2019).** Recherche de quelques bactéries des maladies a transmissions hydrique au niveau de quelques sources d'eau de la wilaya de Bouira,

[Thèse de doctorat], biodiversité et environnement, Université akli Mohand oulhadj – Bouira, 71p .

- **Bouketta, A., Belaib, I. (2020).** Contribution a la prévision de la demande en eau en Algérie (application sur la ville de Mila), [Mémoire de Master], hydraulique urbaine, centre Universitaire Abd Elhafid Boussouf –Mila, 80p.
- **Boukhemis, A., Boutersa, A. (2015).** Identification et antibiorésistance de souches d'*Escherichia coli* et de *Klebsiella pneumoniae* des infections urinaires à l'aide des moyens classiques et des moyens automatisés, [Mémoire de Master], microbiologie générale, Université des Frères Mentouri Constantine, 50p.
- **Bourgeois, C. M., Leveau, J.Y. (1980).** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire, t3, Apria, 331p.
- **Bourrier, R., Satin, M., Selmi, B. (2017).** Guide technique de l'assainissement, collecte - épuration - conception – exploitation ,5ème édition, 70p.
- **Boutin, C., Hédui, A., Helmer, J. (2009).** Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUT), Rapport final, Action : 28 « Réutilisation des eaux traitées », 1-100p.
- **Breuil. (2003).** Analyse des résultats des mesures physico-chimiques et hydro biologiques (I.B.G.N.) réalisées en 2003 sur le bassin versant du lieutel, comité du bassin hydrographique de la Mauldre et ses affluents rapport 2003 analyse des mesures physico-chimiques et hydro biologiques du bassin versant du lieutel, 117p.
- **Brouillette, D., Ouellet, M. (2013).** Ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs (MDDEFP), guide pour l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau en lac, Québec. direction du suivi de l'état de l'environnement.

C

- **Carbonelle, D., Kouyoumdjian, S., Audurier, A. (1988).** Bactériologie médicale techniques usuelles, Méd, Mal, Inf, France, 251p.
- **CEAEQ. (2003).** centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, recherche et dénombrement des coliformes fécaux (thermotolérantes) et confirmation a l'espèce *Escherichia coli* méthode par filtration sur membrane, ma. 700 – fec.ec 1.0, ministère de l'environnement du Québec, 23p.

- **CEAEQ. (2006).** Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, recherche des *salmonelles* : méthode présence/absence, ma. 700 – sal-pa 1.0, rév. 3, ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs du Québec, 25p.
- **CEAEQ. (2016).** Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. détermination de la demande chimique en oxygène : méthode de reflux en système fermé suivi d'un dosage par colorimétrie avec le bichromate de potassium, ma, 315 – dco 1.1, rév. 4, ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques du Québec, 12p.
- **Chaâlal, O.M., (2012).** La wilaya de Mila, Edition, Albayazin, Algérie, 209P.
- **Chabasse, D., Bouchara, J.P., De Gentile, L., Brun, S., Cimon, B., Penn, P. (2002).** Les moisissures d'intérêt médical, Cahier de formation n° 25, Bioforma. 159P.
- **Chettah, W. (2009).** Investigation des propriétés minéralogiques et géo mécaniques des terrains en mouvement dans la ville de Mila « nord-est d'Algérie », [Mémoire de Magister], géologie de génie civil et des milieux aquifères, université hadj Lakdhar Batna, 175p.

D

- **Dahraoui, N., Doudou, N., Keddar, H. (2022).** Evaluation de La Qualité Physico-Chimique Des Eaux Souterraines Et Superficielles Destinée A La Consommation Humaine, [Mémoire De Master], Génie Chimique, Université Echahid Hamma Lakdhar- Eloued, 79p.
- **De Villers, J., Squilbin, M., Yourassowsky, C. (2005) .**Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface : cadre général. Institut Bruxellois pour la gestion De l'Environnement (IBGE). 16p.
- **Degrémont, G. (2005).** Mémento technique de l'eau, Tome1, 10ème Edition, Edit. Tec et doc, 3- 38p.
- **Delarras, C. (2008).** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux : réglementation-prélèvements-analyses, Lavoisier : Tec& Doc, Paris, 476P.
- **Delarras, C., Trébaol, B. (2003).** Surveillance sanitaire et microbiologiques des eaux, Tec & Doc, Em Inter, France, 304p.
- **Dellarras, C. (2007).** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire, Lavoisier : Tec & Doc, Paris, 463p.

- **Denis, F., Ploy, M.C., Martin, C., Bingen, E., Quentin, R. (2007).** Bactériologie médicale : Techniques usuelles, Elsevier, Masson, 594p.
- **Derwich, E., Beziane, Z., Benaabidate, L., Belghyti, D., (2008).** Evaluation de la qualité des eaux de surface des Oueds Fès et Sebou utilisées en agriculture marai chère au Maroc, larhyss journal.
- **Diop, C. (2006).** Etude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar, [Mémoire de Master], études approfondies de productions animales, Université Cheikh Anta, diop de Dakar, 40p.
- **Duchrane, A. (1997).** Le cycle de L'eau : modélisation d'hydrologie continentale de ces interactions avec le climat, [Thèse de Doctorat], Écologie, Université Paris, 180p.

E

- **Edberg, S.C., Rice, E.W., Karlin, J., Allen, M.J. (2000).** Escherichia coli: The best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of Applied Microbiology, 106-116p.
- **Emberger, L. (1955).** Une classification biogéographique des climats. Rev. Trac. Bot. Géol. Zool. Scien, Montpellier, France, 343p.

F

- **Fatmia, Z. (2020).** Analyse physico-chimique de l'eau de mer au niveau de Quelques Sites De Rejets Des Eaux Usées – Côte De Mostaganem, [Mémoire de Master], Ressources Halieutiques, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 46p.
- **Faurie, C., Medori, P., Ferra, C. (2003).** Ecologie approche scientifique Et Pratique, 5ème Edition, Lavoisier Doc Et Tec, Paris, 312p.
- **Federighi, M. (2005).** Bactériologie Alimentaire- Compendium D'hygiène Des Aliments. 2ème Edition : Economical, Paris, 292p.
- **Fewtrell, L., Bartram, J. (2001).** Water quality: guidelines, standards and health. World Health Organization Water Series. IWA Publishing, London (U.K.).

G

- **G.S.L, (2003).** Groupe scientifique sur l'eau (fiche Nitrates/Nitrite) : (institut national de santé publique de Québec.
- **Gaagai, A. (2017).** Etude et L'évolution de la qualité des eaux du Barrage de Babar (Sud-Est Algérien) et l'impact de La rupture de La digue sur L'environnement, [Thèse de doctorat]. : Hydraulique, Université Mostefa Benboulaïd Batna 2, 207p.
- **Gaujous, D. (1995).** La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire.2eme Edition 11, rue Lavoisier, 200p.
- **Georges. T, Pierre. J, (2002).**L'eau, patrimoine mondial commun, Belgique, presses universitaire de numur, 303p.
- **Ghazali, d., zaid, a. (2013).** Etude de la qualite physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région de meknes –Maroc), Larhyss,
- **Gisèle, B. (2007).** Pollution des eaux des rivières et impact sur les populations riveraines. Université de Dschang, fasa, en gestion de l'eau, 6-117P.
- **Godard, A., Tabeaud, M. (2002).** « Les Climats, Mécanismes Et Répartition », Edi. Cursus, Armand Colin, Paris. 76p.
- **Guerraiche, Z. (2017).** Impact de la pollution urbaine sur les eaux de surface du grand Constantinois, [Thèse de Doctorat], hydraulique, Université Mohamed Khider – Biskra, 181p.
- **Guiraud. (1998).** La médiathèque de la citer de la mer. Institut Français de recherche pour l'exploitation, 85p, Journal n° 12, 25-36p.

H

- **Hadim, B., Ouainene, H. (2020).** La problématique de l'eau d'irrigation agricole en Algérie cas : l'office national de l'irrigation et de drainage (Onid), [Mémoire de Master], économie de développement, Universite Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou ,84P.
- **Huss, H. (1988).** Le poisson frais : Qualité et altération de la qualité, Collection FAO, Pêche N°29, Rome ,132p.

I

- **Illal, A., Cherfaoui, S. (2018).** Contribution a l'évaluation de la qualité Physicochimique et microbiologique de l'eau de consommation de la ville de Bouira, [Mémoire de Master], Agroalimentaire et contrôle de qualité, Université Akli mohand ou lhadj – Bouira, 50p.
- **Iounes, N., Kabriti, M., El Amrani, S. (2018).** Caractérisation physico-chimique et analyse biologique des eaux de Surface de l'Oued Daliya, Maroc, Afrique Science, 17p.
- **IVD. (2006).** Système d'identification d'Enterobacteriaceae et autres bacilles a gram négative non fastidieux, Ref 10100, 1-45P.

J

- **Joffin. J.J.N., Leyrol, G. (2001).** Microbiologie Technique 1:dictionnaire des techniques, 3^{eme} éditions, CRDP d'Aquitaine, 320p.

K

- **Kalkoul, I. (2021).** Contribution a l'étude de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau des plages de la ville de Jijel (cas des plages kotama et béni Belaid), [Mémoire de Master], protection des écosystèmes, centre universitaire Abd el Hafid Boussouf Mila, 111p.
- **Kerdoud, S. (2006).** Bassin versant Béni Haroun eau et pollution. [Mémoire de Magistère], Aménagement du territoire, Université Mentouri, Constantine, 57p.
- **Khattab, N., Hemmam, F. (2017).** Impactes des Barrages et des retenues collinaires sur la qualité des eaux de surface du bassin versant d'Oued d'Hous, [Mémoire de Master], eau santé et environnement, Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira, 81 p.
- **Khodir, M. (2002).** Evolution de la ressource en bassin versant de la Soummam : diagnostic et proposition d'outils de gestion, Université de Bejaia laboratoire biomathématiques biophysique biochimique et de scientométrie, 5p.

L

- **L'arpent, J. (1997).** Microbiologie alimentaire : technique de laboratoire ,1ere Edition, Francaise, 1073p.
- **Labbaï, K., Gharbi, C. (2017).** Les Maladies À Transmission Hydrique en Algérie, [Mémoire de Master], Hydraulique, Université Badji Mokhtar Annaba.
- **Larif, M., Soulaymani, A., Hnach, M., Midaoui, A. (2013).** Contamination spatio-temporelle d'origine hydrique de Oued Boufekrane dans la Région de Meknès-Tafilalt (Maroc), *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(1): 172-184p.
- **Le Minor, L., Veron, M. (1989).** Bactériologie médicale, Flammarion médecine sciences, 845p.
- **Lebres, E., Mouffok, F. (2008).** Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson. manuel des travaux pratique des eaux. institut pasteur d'Algérie. 53p.
- **Lebres, E. (2002).** Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments « microbiologie des eaux des boissons et des produits de la mer » Institut Pasteur d'Algérie, 34p.
- **Leclerc, H. (1983).**Microbiologie Générale, Doin ,369p.
- **Leclerc. (1996).**Microbiologie Générale, Doin, 368p.
- **Leemans, M., Bawin, C., Bellon, J., Bovy, C. (2008).** Livre bleu tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur l'eau potable et l'assainissement des eaux usées. 3ème édition, Ed. Fédération Belge du Secteur de l'eau asbl, 5p.
- **Lemzadmi, C.H., Saidi, H. (2017).**Perte de capacité de stockage en eau dans quelques barrages de l'Est Algérien, [Mémoire de Master], Hydraulique, Université 8 Mai 1945 de Guelma, 97p.
- **Liechti, P. (2010).** Méthodes D'analyse Et D'appréciation Des Cours D'eau, analyses physico-chimiques, Nutriments, Publié Par l'Office Fédéral de l'environnement OFEV , Berne, 46p.
- **Lièvre, A., Fernex, J., Ursanne, X Atudorei, V. (1977).** Contamination bactérienne des eaux de boisson recherche De origine (Humaine Ou Animale) Par L'identification Des Streptocoques Fécaux, *Gwa* 12/92 ,895-902p.
- **Louvain. (2010).** Analyse chimique de l'eau, Antenne de formation et de promotion du Secteur Sciences Et Technologies ,1-20p.

M

- **Makhoukh, M. (2011).** Évaluation de la qualité des eaux et des sédiments de la rivière Moulouya (Est-Maroc), Acticle in 61(4), 508-523p.
- **Mamadou, L.N. (2005).** Impacts des eaux usées sur l'évolution chimique et microbiologique des sols : étude de cas à pikine (Dakar-Sénégal). [Mémoire de Master], sciences naturel de l'environnement, Université de Badji Mokhtar, Annaba, 120p.
- **Masson, J.B. (1988).** Suivi de la qualité des eaux superficielles: l'expérience française. In : la qualita della acqua superficiele Criteria per une méthodologie omogenea di valutazione, atti del convegno intrazione, Palazzo dei congresi. (28-29 April), 99-110p.
- **Mazieres, J., Richard, B., Mazieres, S. (1980).** Une méthode de recherche rapide des coliformes fecaux dans les eaux de mer et les coquillages, Rtv. Tcav. Inst. Pêches Marit, 44 (3) : 289-293p.
- **Mbongo, m. (2015).** études des determinates des maladies hydriques chez les enfants de 0 a 5 ans, [Mémoire de Master] , Sciences Infirmières, université national pedalogique,50p.
- **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.
- **Mezerdi, D. (2020).** Analyses Physicochimique des ressources en eau de surface Réception d'effluents d'eaux usées courants à Biskra Etude comparative entre Oued Biskra et Zemor, [Mémoire de master], Microbiologie appliquée, Université Mohamed Khider de Biskra ,54p.
- **Mihoubi, N. (2008).** Fonctionnement et gestion hydrogéologique et hydrologique des ressources en eau du bassin de Hammam Grouz, [Mémoire De Master], Hydrogéologie, Universite Mentouri de Constantine, 67p.
- **Mohamed Ben Ali, R.(2014).** Evaluation de la pollution des eaux issue de la zone industrielle de Skikda. [mémoire de Magister], Ecologie et Environnement, Université Constantine 1,123p.

- **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.
- **Mouchara, N. (2009).** Impactes des lâchées Barrage Hammam Debagh de la qualite des eaux sur la vallée la Seybouse Dns la partie amount (Nord –Est Algérie), [Mémoire De Magister], Hydrogéologie, Université Badji Mokhtar – Annaba, 123p.
- **Mouffok, F. (2001).** Guide technique d'analyses bactériologiques des eaux de mer, Institut Pasteur d'Alger, 40p.
- **Murray, P.R., Rosenthal, K.S., Pfaller, M.A. (2009).** Medical microbiologie, 6th Edition, Elsevier, Mosby Philadelphia, Etats unis, 960p.

N

- **Nauciel, C., Jean-Louis, V. (2005).** Bactériologie médicale, Masson, 2ème Edition, 257p.

O

- **Olivier, V., Euloge, K., Toufik, A. (2020).** Qualité Physico-Chimique et bactériologique de l'Eau dans le delta de l'Ouem, Laboratoire d'Hydraulique et de maîtrise de l'Eau (LHME), vol 20, 393(1), 391-411p.
- **Otchoumou, F., Yapo, O., Dibi, B., Bonny, A. (2017).** Caractérisation Physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de Binger ville, International Journal of biological and chemical Sciences, 11(5) 2495 -2509p.
- **Oubadi, M. (2012).** Etude de performance d'un procédé d'épuration oxylag « cas de langage de la ville De mekemen Ben Ammar wilaya De Naama », [Mémoire de Magister], sciences environnement et climatologie, Université Oran es Senia, 73p.

P

- **Patrick, R., Murray, K., Rosenthal, S., Michael, A.P. (2009).** Medical microbiology, 6Th Edition, Mosby Elsevier, Canada, 960p.
- **Pechère, C., Acar, J., Grenier, B., Nihoul, E. (1982).** Reconnaître Comprendre et Traité Les Infections. 4ème Edition, Edisem ST-Hyacinthe, Québec. Canada. 509p.

- **Perry, J. (1984).** Microbiologie. Cours et question de révision. Ed. Dunod. Paris. 916p.
- **Pilet, C., Bourdon, J. L., Toma B., Marchal N., Balbastre C., Person J. M. (1987).** Bactériologie médicale et vétérinaire. Systématique bactérienne. *Doin*. France. 371 p
- **Prescott, H. (2003).** Microbiologie, De Book & Larciens, 842p.
- **Pulm. (1991).** L'eau et la santé en Afrique tropicale colloque pluridisciplinaire Géographique. Médecine limoges.

R

- **Rebetafika, H.N., Paquot, M., Janssens. L, Castiaux, A. (2006).** Développement durable et Ressources Renouvelables, pH, Dubois 2006, la Politique scientifique Fédérale, Rue de la Science 8 B-1000 Bruxelles, Belgique, 1, (4), 56-63p.
- **Rejsek, F. (2002).** Analyse Des Eaux : Aspects Réglementaires Et Techniques. Centre Régional De Documentation Pédagogique d'Aquitaine (CRDP). Bordeaux. 358p.
- **Remini. B., (2005).** La problématique de l'eau en Algérie, collection hydraulique et transport, Blida, 182p.
- **Rodier, J., Legube, B., Marlet, N., et coll. (2012).** L'analyse de l'eau, 9ème Edition, Dunod., Paris, 1008p.
- **Rodier, J., Legube, B., Merlet, N. (2009)** .L'analyse De L'eau, 9ème Edition, Dunod.
- **Rodier, J. (2005).** L'analyse De L'eau : Eaux Naturelles, Eaux Résiduaire, Eau De Mer. 8eme Edition, Dunod, Paris, 1383p.
- **Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J.P., Chambon, P., Champsaur, H., Rodier, L. (1996).** L'Analyse De l'Eau, 8eme Edition, Dunod : Paris, 1384p.
- **Rouaiguia, M. 2010.** Qualité microbiologique de l'eau d'Oued Messida, [Mémoire de Master], Université 8 mai 1945 Guelma, 78p.
- **Roux. (1987).** Office international de l'eau l'analyse biologique de l'eau, TEC&DOC, Paris, 229p.

S

- **Sahnoun, F. (2010).** Contrôle et surveillance de la pollution par la qualité des eaux Du Littoral - Cas De La Zone Industrielle D'arzew, [Mémoire de Magister], chimie

industrielle, Université des sciences et de la Technologie D'Oran Mohamed Boudiaf, 71p.

- **Sandrine, A., Agathe, E. (2020).** L'eau, Dossiers Thématiques du CNRS, 2p.
- **SDB. (2023).** Station de Barrage Hammam Grouz D'Oued Athmania –Mila-Algérie
- **Seghir, A., Benouari, I. (2002).** Les maladies a transmission hydrique enquête épidémiologique au niveau de secteur sanitaire de Jijel, [Mémoire de Master], contrôle de qualite et analyses, "Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique, 41p.
- **Seltzer, A. (1946).**Le climat De l'Algérie, Inst. Météo, Phys Globe, Université Alger. 219p.
- **Singlenton, P. (1999).** Bactériologie, 2eme édition, Dunod, 424 p.
- **SMA. (2023).**Satanions météorologique Ain Tine
- **Smake, H. (2002).** Analyse Physico-Chimique et bactériologique au L.N.S. Des eaux de consommation de La ville de Bamako durant La période 2000 et 2001, [Thèse de Doctorat] , Médecine, De Pharmacie, Université De Bamako,77p.
- **STEP. (2023).** Station Dépuration des eaux usées, Ferdjioua Ain Bida Herriche.

T

- **Thomas, O. (1955).** Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, 1- 135p.
- **Touchart. (2003).** Hydrologie (mers, fleuves, et lac). Armand colin/ veuf, Paris, 35 – 36 – 37p.

V

- **Vaillant, J.R. (1974).** perfectionnements et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires (Eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles) 27 – 31p.
- **Villemeuve, O. (1974).** Glossaire De Météorologie Et De Climatologie. Les Presses l'Université, Laval. Imprimé Au Canada. 560p.

Z

- **Zaimeche, S. (2015).** Contribution a L'étude De L'action D'agents Polluants Sur Des Végétaux Bio indicateurs, [Thèse de Doctorat], Ecotoxicologue, Université Des Frères Mentouri Constantine, 173p.

Wabographie

- **Google earth. (2023).**

Annexes



Annexe 01 :

Tableau 22 : Tableau de Mac GRADY (Mouffok, 2001)

3 Tubes par dilution					
Nombre caractéristique	Nombre de cellules	Nombre caractéristique	Nombre de cellules	Nombre caractéristique	Nombre de cellules
000	0.0	201	1.4	302	6.5
001	0.3	202	2.0	310	4.5
010	0.3	210	1.5	311	7.5
011	0.6	211	2.0	312	11.5
020	0.6	212	3.0	313	16.0
100	0.4	220	2.0	320	9.5
101	0.7	221	3.0	321	15.0
102	1.1	222	3.5	322	20.0
110	0.7	223	4.0	323	30.0
111	1.1	230	3.0	330	25.0
120	1.1	231	3.5	331	45.0
121	1.5	232	4.0	332	110.0
130	1.6	300	2.5	333	140.0
200	0.9	301	4.0		

Annexe 02

Tableau 23 : La lecture des API 10s.

Test	Négative	Positive
ONPG	Incolore	Jaune
GLU	Bleu /blues vert	Jaune/ jaune-gris
ARA	Bleu/vert	Jaune
<u>LDC</u>	Jaune	Rouge /orange
<u>ODC</u>	Jaune	Rouge /orange
<u>ICIT</u>	Vert pale /jaune	Bleu/bleu vert
<u>H₂S</u>	Incolore /gris	Dépôt noir
<u>URE</u>	Jaune	Rouge /orange
TDA	Jaune	Marron/rouge aitre
LND	Incolore /vert pale	Rose
OX	(voir notice du test oxydase)	
NO₂	Jaune	Rose