

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



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Microbiologie Appliquée
Département : Écologie et Génie de l'Environnement

THÈME :

Contribution à l'étude de la qualité bactériologique de l'eau de la retenue collinaire Oued El Nakhla - Nechmaya (Guelma)

Présenté par :

- BENCHEIKH Ismahane
- MAADI Ghada
- MEKHALFA Chayma

Devant le jury composé de :

Président :	Mme. CHRAIRIA Mouna	MCA	Université de Guelma
Examineur :	Mr. ROUABHIA Kamel	MAA	Université de Guelma
Encadreur :	Mme. DJAMAA Fatma	MCB	Université de Guelma

Juin 2022

Remerciements

L'accomplissement du présent travail n'a été possible qu'avec le soutien d'ALLAH et de certaines personnes.

*Nous exprimons nos profonds remerciements à Madame **CHERAIRIA Mouna** Maitre de conférences (A) au département de biologie, d'avoir bien accepté présider ce jury.*

*Nous tenons à remercier Monsieur **ROUABHIA Kamel** assistant au département de biologie pour avoir exprimé son entière disponibilité à participer à ce jury et examiner ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent à notre encadrante Madame **DJEMAA Fatma** pour avoir dirigé notre projet de fin d'étude. La confiance et le soutien, qu'elle nous a accordé, nous ont permis de mener à bien ce travail.*

Nos sincères remerciements à tous les enseignants du Département de SNV de l'Université 8 Mai 1945 Guelma, pour leur contribution dans notre formation, et en particulier les enseignants de microbiologie appliquée.

Nous exprimons nos sincères remerciements ainsi que notre grande reconnaissance à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'étude et leur exprimer notre gratitude pour l'intérêt et le soutien qu'ils nous ont généreusement accordé.

« **Merci** »



Dédicace

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

الحمد لله

Je dédie ce modeste travail à ma famille qui m'a soutenue le long de cette belle expérience et durant toutes les expériences que j'ai vécues, les meilleures et les pires...je vous aime

A' la lune qui fait briller mes ténèbres, la prunelle de mes yeux... à ma mère.

A' l'homme qui m'a toujours soutenu. Mon père rabi yrhmou, merci de m'avoir appris que les très belles aventures se passent en dehors de ma zone de confort.

A' la plus belle âme que j'aie jamais vue, à mon frère tayeb que dieu te protège à moi.

A' la source de tendresse ma grand-mère.

A' mes petits anges : simou, takwa, djana et nidal.

Merci à les étoiles qui remplissent ma vie, mes perles sœurs houria et soufia ainsi que de ma chère amie Imane.



Ismahane

Dédicace

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

الحمد لله

En témoignage d'amour et d'affection, je dédie ce modeste travail avec une grande fierté à tous ceux qui me sont chers :

A mon très cher père

La personne qui m'envahi de ses faveurs et était pour moi le conduit exemplaire et idéale quant à mon itinéraire scolaire et universitaire

A ma très chère mère

Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner.

A mes frères « Nour El Islem », « Larbi », « Louey Yassine » Pour leurs appui et leurs encouragements, d'avoir été présent à mes coté dans les moments les plus difficile. Merci d'avoir été la source de mon sourire, puisse Dieu le tout puissant exhausser tous vos vœux.

A mon adorable **Maadi Ghada**, mon amie, ma source d'inspiration pour d'être toujours présente dans le meilleur et dans le pire.

A toute ma famille, mes cousines et mes amis
Qui m'accompagnent dans les péripéties de ma vie.

A tous ceux qui nous chers.

Chayma



Dédicace

Au tout puissant Allah

Je remercie "**ALLAH**", pour m'avoir donné la force dans les moments Difficiles d'éditer ce mémoire.

A mes très chers parents pour tous vos sacrifices ; votre soutient ; Patience ; amour, attention et surtout pour votre confiance en moi.

Ma précieuse mère qui a œuvré pour ma réussite par son amour, son soutient, tous ses sacrifices bref sa présence dans ma vie, et je souhaiterai que ce modeste travail soit l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon précieux père, j'espère que tu sois fier de moi et récolter le résultat de longues années de sacrifices pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour toutes les valeurs nobles, l'éducation et le soutient permanents que tu m'as offert.

Mes grands-parents et mes jolies sœurs **Shirine** et **Selsabile** qui n'ont Jamais cessé d'être pour moi des exemples de courage et de générosité.

Mes précieuses cousines **Selma** et **Dounia** et ma copine **Shahra** qui n'ont jamais cessé de m'encourager et aussi les laborantines **Meriem** et **Hanane** pour son soutien au niveau de laboratoire durant la période de notre stage, merci beaucoup.

Je remercie mon binôme **Chayma** pour les efforts faits durant ce trajet et les beaux moments qui ont facilité le passage de cette merveilleuse expérience.

Ghada

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction 2

CHAPITRE I : Généralités sur l'eau

1. Propriétés de l'eau.....	4
2. Les ressources en eau	4
3. Cycle de l'eau.....	5
4. Les sources d'approvisionnement en eau.....	6
4.1. Les eaux de surfaces	7
4.2. Les eaux souterraines	8
4.3. Eaux de pluies	8
4.4. Les eaux de mers et océans	8
5. Définition des retenues collinaires	8
6. L'importance de l'eau	9
7. La pollution.....	9
7.1. La pollution de l'eau.....	9
7.2. Impacte des activités humaines sur la qualité de l'eau	9
7.3. Origine de la pollution.....	10
7.3.1. La pollution d'origine naturelle.....	10
7.3.2. La pollution d'origine domestique	10
7.3.3. La pollution d'origine industrielle.....	10
7.3.4. La pollution d'origine agricole	11
8. Les principaux polluants	11
8.1. Les polluants physiques	11
8.1.1. Les polluants chimiques	12
8.1.2. Les éléments chimiques minéraux.....	12
8.1.3. Les éléments chimiques organiques	13
8.1.4. Les polluants biologiques	13
9. Traitement des eaux.....	13
10. Maladies à transmission hydrique	14
10.1. Maladies d'origine bactérienne	14

10.1.1.	Choléra	14
10.1.2.	La dysenterie bacillaire.....	14
10.2.	Maladies d'origine virale.....	15
10.2.1.	Hépatite A et E.....	15

CHAPITRE II : Matériel et méthode

1.	Objectif d'étude	17
2.	Description du site d'étude.....	17
3.	Stratégie d'échantillonnage et choix des stations	18
3.1.	Critères de choix des stations	18
3.2.	Echantillonnage	19
3.2.1.	Matériels utilisés	19
3.2.2.	Mode de prélèvement.....	20
3.2.3.	Enregistrement et étiquetage des échantillons	21
3.2.4.	Transport et conservation des échantillons	21
4.	Analyse physico-chimique	22
4.1.	Température.....	22
4.2.	Le potentiel d'hydrogène (PH)	22
4.3.	Conductivité	22
4.4.	Salinité	23
4.5.	Oxygène dissout	23
5.	Analyse bactériologique.....	24
5.1.	Préparation des dilutions	24
5.2.	Recherche et dénombrement des germes revivifiables	24
5.3.	Les coliformes	26
5.3.1.	Les coliformes totaux.....	26
5.3.2.	Les coliformes fécaux.....	27
5.4.	Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	28
5.5.	Recherches et Dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs	30

CHAPITRE III : Résultats et discussion

1.	Paramètres physico-chimiques mesurés <i>in situ</i>	35
1.1.	La Température.....	35
1.2.	Le pH	36
1.3.	La conductivité électrique.....	37
1.4.	L'oxygène dissous	38

1.5. Salinité	39
2. Résultats des analyses microbiologiques	40
2.1. Résultats de la recherche et dénombrement des germes revivifiables.....	40
2.2. Résultats de la recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale.....	41
2.2.1. Résultats des coliformes totaux	41
2.2.2. Résultats des Streptocoques fécaux	42
2.2.3. Résultats de la recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite réductrice (ASR).....	44
3. Origine de la pollution fécale.....	45
Conclusion	Error! Bookmark not defined.

Référence Bibliographie

Annexe

Résumé

Liste des figures

Figure 1: Cycle de l'eau	6
Figure 2: Photo satellite de la commune de Nechmaya	17
Figure 3: Photo satellite de la retenues collinaires Oued El Nakhla	18
Figure 4: La retenue collinaire Oued El Nakhla	18
Figure 5: Échantillonnage dans les cours d'eau	21
Figure 6: Multi paramètre WTW	24
Figure 7: Protocole de recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables a 22 et a 37°C dans les eaux	26
Figure 8: Protocole de recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux en milieu liquide.....	28
Figure 9: Protocole de recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.	30
Figure 10: Protocole de recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfitoréductrices	32
Figure 11: Variation de la température au niveau de site d'étude.....	35
Figure 12: Variation du pH au niveau de site d'étude.....	36
Figure 14 : Variation du l'oxygène dissous au niveau de site d'étude.....	38
Figure 15: Variation du salinité au niveau de site d'étude.	39
Figure 16: Résultat de la recherche et dénombrement des Germes totaux après incubation.	41
Figure 17: Résultat de la recherche des coliformes totaux et fécaux en milieu liquide.	45
Figure 18: Résultat de la recherche des Streptocoques fécaux après incubation.	45
Figure 19 : Estimation des Germe totaux/ml dans l'eau de la retenue collinaire Oued El Nakhla (Février -Mars 2022).....	44
Figure 20 : Estimation des Coliformes totaux/ml dans l'eau de la retenue collinaire Oued El Nakhla (Février -Mars 2022).....	44
Figure 21 : Estimation des Streptocoques fécaux/ml dans l'eau de la retenue collinaire Oued El Nakhla (Février -Mars 2022).....	45
Figure 22 : Estimation des spores des clostridium Sulfito-réducteurs /ml dans l'eau de la retenue collinaire Oued El Nakhla (Février -Mars 2022).....	45

Liste des tableaux

Tableau 1: présentation des points de prélèvement.....	19
Tableau 2: Origine de la pollution fécale selon le rapport CF/SF.....	32
Tableau 3: grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température.	36
Tableau 4: La grille de la qualité des eaux des rivières selon la conductivité électrique...	38
Tableau 5: La grille de la qualité des eaux en fonction de l'Oxygène dissous	39
Tableau 6: Rapport CF/SF des eaux des sites du prélèvement au cours la période d'étude	45

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
ASR	Anaérobies Sulfito-réducteurs
BCPL	Bouillon lactose au pourpre de Bromocrésol
°C	Degré Celsius
CE	Conductivité électrique
CF	Coliforme fécaux
Cm	Centimètre
CO₂	Dioxyde de carbone
CT	Coliformes totaux
GN	Gélose nutritive
MES	Les matières en suspension
MI	Millilitre
MTH	Maladies à transmission hydrique
N₂	Azote
NPP	Nombre le plus probable
O₂	Oxygène
pH	Potentiel d'Hydrogène
S/C	Simple concentration
D/C	Double concentration
SF	Streptocoque fécaux
TA	Taux alcalinité
TGEA	Gélose glucosée tryptonée à l'extrait de levure
UFC	Unité formant colonies
VF	Viande Foi
µs	Micro siemens

« *Introduction* »



Au même titre que l'air, l'eau est un élément naturel, d'une importance primordiale à la vie biologique, à commencer par l'unité fondamentale de l'être vivant. Sans cette matière simple et complexe en même temps, la vie sur Terre n'aurait jamais existé. Cette ressource précieuse et indispensable à toutes formes de vie, composante majeure du monde minéral et organique, est impliquée dans de nombreuses fonctions physiologiques essentielles telles que la digestion et l'absorption, la thermorégulation, et l'élimination des déchets. Elle participe notamment à toutes les activités humaines quotidiennes, domestiques, industrielles et agricoles. De ce fait, l'eau est un élément noble qu'on doit protéger pour les générations futures (**Ayachi et al., 2019**).

Or dans la nature, l'eau n'est pas toujours source de vie, elle peut véhiculer, directement ou indirectement, de nombreux microorganismes de tout genre qui y vivent et s'y développent (**Bengarnia B., 2016**).

Cette eau est une épée à double tranché, elle donne la vie mais elle donne la mort car la plupart des rejets issus des activités humaines sont évacués dans les proches cours d'eau qui avec un manque de station d'épuration aboutit à une pollution qui prend des dimensions de plus en plus importantes.

Le risque de contamination des eaux de surface en Algérie représente un problème environnemental majeur qui remonte très loin dans le temps, où la qualité de ces eaux est également soumise à une forte pression exercée par l'accroissement de la population et par l'activité industrielle (**Chekirou et al., 2017**).

Le problème de la pollution des eaux présente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la crise globale de l'environnement. 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 chimiques indésirables (détergent) ou toxiques (métaux) et la pollution biologique qui résulte (**Chekirou et al., 2017**).

En outre, la pollution guette à chaque instant et de plus en plus toutes nos belles réserves ; c'est pour cela qu'il est devenu très utile de procéder à des contrôles et analyses bactériologiques et microbiologiques de l'eau périodiquement (**Sari, 2014**).

A cet effet, notre recherche est basée sur l'étude de la qualité bactériologique des eaux de la retenue collinaire **Oued El Nakhla** qui se situe dans la commune de Nechmaya, Wilaya de Guelma et ceci dans le but de rencontre l'origine de leur pollution fécale.

Notre recherche est basée sur :

- La détermination de quelques paramètres physico-chimiques de la retenue Collinaire Oued El Nakhla.
- La recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination Fécale.

Notre travail est structuré en trois chapitres interdépendants.

1. Le premier consiste en une synthèse bibliographique avec des généralités sur l'eau et les différents types de pollution affectant cette dernière.

2. Le deuxième présente une description du site de travail et matériels et méthodes.

3. Et le dernier chapitre représenté sous forme des graphes comporte les résultats obtenus au cours de la période d'étude avec une discussion de ces résultats. On termine par une conclusion générale.

CHAPITRE I

« Généralités sur l'eau »



1. Propriétés de l'eau

C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur et de pH neutre.

C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants.

L'eau s'allie avec certains sels pour former des hydrates et réagit avec des oxydes des métaux pour former des acides. Elle est utilisée comme catalyseur dans de nombreuses réactions chimiques importantes.

Dans la nature sous l'action du soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau change d'état. On peut la trouver sous trois formes :

- ❖ Etat solide : à basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières.

- ❖ Etat gazeux : caractérisé par une absence de forme et de limite physique, il n'y a pas de liaisons entre les molécules, et sont indépendantes les unes des autres.

- ❖ Etat liquide : caractérisé par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires (Sari, 2014).

2. Les ressources en eau

La plus grande partie de l'eau sur terre est constituée des océans et mers. La quantité d'eau douce n'atteint pas 3% dont les 2/3 se trouvent sous forme de glace dans les calottes polaires et les glaciers. L'eau douce contenue dans le sous-sol, les lacs, les rivières, les courants, les étangs et les marais représente moins de 1% de tout le stock mondial d'eau. (Bengarnia, 2016).

L'eau recouvre 72 % de la surface terrestre et représente une réserve totale de 1350 milliards de km³ dans la biosphère. Cependant l'eau se trouve en constant recyclage. L'eau douce ne représente que 2,5 % du stock total d'eau sur la planète (les 97,5 % restant étant salés) : or 2/3 de l'eau douce planétaire est concentrée dans les glaciers et la couverture neigeuse et 1/3 dans les nappes souterraines difficiles d'accès. Il ne reste que 0,3 % de l'eau douce (soit 0,007 % de la totalité de l'eau de la planète) dans les rivières, les ruisseaux, les réservoirs et les lacs. Seule cette infime partie est aisément disponible et se

renouvelle relativement rapidement : 16 jours en moyenne pour une rivière, 17 ans pour un lac (Bengarnia, 2016).

3. Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau (ou cycle hydrologique) est un modèle représentant les flux entre les grands réservoirs d'eau liquide, solide ou gazeuse, sur Terre : les océans, l'atmosphère, les lacs, les cours d'eau, les nappes souterraines, les glaciers. Le soleil est le moteur de l'ensemble du cycle. C'est l'énergie solaire qui entraîne les changements d'état de l'eau : la formation et la fonte des glaces ou encore l'évaporation, qui entraîne tous les échanges et les étapes suivantes du cycle [1].

Le cycle de l'eau est un facteur essentiel pour que l'eau puisse rester une ressource disponible pour l'ensemble des êtres vivants. Ce cycle, entre le ciel et la Terre, suit son cours selon 4 étapes (Fig.1) : évaporation, condensation, précipitations, et ruissellement.

➤ L'évaporation et la transpiration des végétaux

Les rayons du soleil réchauffent l'eau des rivières, des fleuves, des lacs, des mers et des océans et le fait passer de l'état liquide à l'état de vapeur d'eau (gazeux) : c'est l'évaporation. Les plantes et les autres espèces végétales puisent l'eau dans le sol et la rejettent sous la forme de vapeur d'eau. Environ 10% des précipitations tombant sur la Terre proviennent de la transpiration des végétaux, le reste est en conséquence dû à l'évaporation. La transpiration des plantes et l'évaporation due à l'humidité dans le sol libèrent de la vapeur d'eau qui s'élève dans l'atmosphère sous la forme de nuages.

➤ La condensation

Au contact de l'atmosphère, la vapeur d'eau se refroidit et se transforme en petites gouttelettes qui sont à l'origine de la formation des nuages.

➤ Les précipitations

Elles sont transportées par la circulation atmosphérique, les nuages se déplacent et l'effet de la gravité aidant, l'eau retombe sur le sol sous forme de pluie, de neige ou de grêle (état liquide ou solide) [1].

➤ Le ruissellement ou l'infiltration

L'eau qui n'est pas absorbée par le sol, ruisselle le long des pentes jusqu'à se déverser dans les rivières, les fleuves et les lacs. Elle sera ensuite transportée jusqu'aux mers et océans, ce sont les « cours d'eau de drainage ». L'eau de pluie s'écoule lorsqu'elle rencontre un sol imperméable et pénètre dans les sols perméables. En s'infiltrant dans un sol perméable, l'eau peut parfois remplir une poche souterraine (grotte) et former un véritable réservoir d'eau. L'eau contenue dans ce réservoir (nappe d'eau ou nappe phréatique) trouve parfois un chemin naturel vers l'extérieur [1].

L'endroit où jaillit l'eau hors du sol s'appelle la source. Certaines nappes d'eau souterraines, une fois découvertes, peuvent aussi être exploitées par l'homme comme réserves d'eau potable.

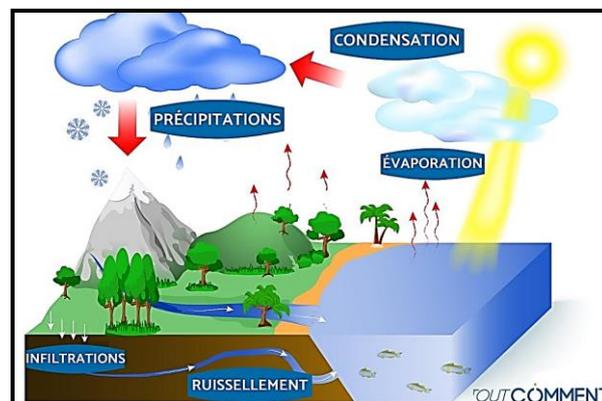


Figure 1: Cycle de l'eau [2].

4. Les sources d'approvisionnement en eau

La notion « ressources en eau » désigne les eaux liquides entrant dans le cycle hydrologique et accessibles aux usages humains. En effet, il existe quatre sources principales d'eaux brutes : les eaux de pluie, les eaux de mer, les eaux de surface et les eaux souterraines. Chacune de ces sources, possède des caractéristiques générales reflétant l'interaction de l'eau avec le milieu environnant (Ayed, 2016).

Pour satisfaire ses propres besoins et permettre l'usage de l'eau dans ses diverses activités industrielles et agricoles, l'homme à recours généralement à quatre types de ressources naturelles :

- ❖ Les eaux superficielles ou de surface.
- ❖ Les eaux souterraines.
- ❖ Les eaux de mers et océans
- ❖ Les eaux de pluies

4.1. Les eaux de surfaces

Elles comprennent toutes les eaux provenant d'un mélange d'écoulements souterrains et des eaux de pluie qui coulent ou qui demeurent à la surface du sol. Ces eaux englobent les eaux des grands cours d'eau, des lacs, des étangs et des petits ruisseaux alimentés par des sources et qui captent les eaux de ruissèlement (fleuves, rivières, barrages, mares, marigots).

Elles sont caractérisées par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour appréciable. Elles sont fréquemment utilisées dans les régions à forte densité de populations ou très industrialisées (**Ayachi et al., 2019**).

Leur composition chimique dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains. Par échange à la surface eau atmosphère, et de l'activité métabolique des organismes aquatiques qui y vivent, l'eau va se charger en gaz dissous (O_2 ; N_2 ; CO_2). La qualité des eaux de surface varie selon les régions et les périodes de l'année (**Sari, 2014**).

Cette ressource facilement accessible, a une forte teneur en matières organiques, en débris d'origines végétale ou animale et en microorganismes pathogènes qui font plus objets des pollutions physico-chimiques et microbiennes. La pollution organique souvent due à un phénomène naturel : l'eutrophisation. En effet, les eaux de surface assurent un développement important de zooplancton et de phytoplancton qui se multiplie par photosynthèse en utilisant les sels minéraux dissous. Certains de ces organismes peuvent sécréter des produits sapides et odorants ou des toxines (**Bengarnia, 2016**).

De ce fait, les eaux de surface s'avèrent souvent impropres à la consommation sans traitement. Ce dernier, passe par de multiples étapes afin de rendre l'eau consommable.

4.2. Les eaux souterraines

Les zones humides sont généralement localisées dans des zones de dépôts sédimentaires, organiques ou minéraux, plus ou moins fins et plus ou moins rapides. On dirait que le sol est plus ou moins perméable. En fonction de la saison, le niveau de la nappe varie il monte quand la nappe est rechargée par la pluie et descend quand l'évapotranspiration par la végétation extrait l'eau stockée, si la surface libre de la nappe est proche du sol (moins de 2m). On peut même observer dans certains cas des variations du niveau de la nappe de l'ordre de quelques centimètres, qui descend pendant la journée et remonte pendant la nuit quand l'évapotranspiration cesse. Les propriétés physico-chimiques du sol sont influencées par le niveau de l'eau (potentiel d'oxydoréduction, milieu aérobie ou anaérobie, capacité de nitrification –dénitrification) ; le battement annuel de la nappe est donc un élément déterminant du fonctionnement biogéochimique de la zone humide (Ahmed Behalil *et al.*, 2012).

4.3. Eaux de pluies

Les eaux de pluies peuvent être collectées à partir des toitures des maisons dans des récipients ou dans des impluviums. A l'origine ces eaux sont pures sur le plan microbiologique, mais sur le plan chimique, il leur manque souvent certains éléments indispensables à la santé comme le sodium, le magnésium, le manganèse, le fer et l'iode (Chekirou *et al.*, 2017).

4.4. Les eaux de mers et 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 (Alloune *et al.*, 2013).

5. Définition des retenues collinaires

Une retenue collinaire est une réserve artificielle d'eau, en fond de terrains vallonnés, fermée par une ou plusieurs digues (ou barrage), et alimentée soit en période de pluies par ruissellement des eaux soit par un cours d'eau permanent ou non permanent.

Suivant la perméabilité des terrains et le risque de fuite d'eau, le fond peut être rendu étanche par un voile artificiel ou une couche d'argile.

Une retenue collinaire prélève et stocke de l'eau. Cette eau est enlevée au milieu naturel pour alimenter des milieux artificialisés, comme souvent des zones d'agricultures intensives. Pour les retenues alimentées par un cours d'eau, le volume prélevé est généralement de l'ordre de 10 à 25 % du volume annuel débité par le cours d'eau, mais peut-être nettement plus important, la limite légale étant de 90% du volume annuel.

Les retenues collinaires présentent en général une grande surface par rapport au volume contenu. De plus, l'absence de courant favorise le réchauffement des eaux en résulte un accroissement de l'évaporation. (Alioui *et al.*, 2015).

6. L'importance de l'eau

L'eau est quantitativement, le constituant majoritaire du corps humain même si la teneur des différents tissus est très variable : 10% pour l'ivoire des dents, 22% pour les os, 25% pour les masses grasses, 75% pour les muscles striés et 90% pour le plasma. Elle représente 60% du poids du corps de l'adulte male <<normal>> et 55% de celui de la femme car la proportion de graisse sous-cutanée est plus importante que chez l'homme La teneur en eau diminue avec l'âge : peu près la conception le fœtus en contient 95%, après sa naissance le bébé joufflu 80%, l'adulte 60 à 55 % (selon le sexe) et les vieillards dont les rides se creusent 50% seulement (Gérard, 1999).

7. La pollution

7.1. La pollution de l'eau

La pollution des eaux est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, généralement provoquée par l'homme, qui la rend impropre ou dangereuse à la consommation humaine (Amirat *et al.*, 2017)

7.2. Impacte des activités humaines sur la qualité de l'eau

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaitre en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers les effets directs ou indirecte altérant les critères de répartition des flux de l'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physicochimique du milieu naturel et de l'abondance des

espèces vivantes, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités réactives du milieu (Chekirou *et al.*, 2017).

7.3. Origine de la pollution

Selon Gaujout (1995), l'origine des substances polluantes est divisée en quatre catégories qui peuvent être permanentes, périodiques ou encore accidentelles ou aiguës (Ayachi *et al.*, 2019).

7.3.1. La pollution d'origine naturelle

On entend par pollution d'origine naturelle toute pollution modifiant de manière indésirable, les différentes propriétés de l'eau, ceci de façon naturelle et non pas humaine. On divise les polluants en quatre catégories : agents physiques, agents chimiques organiques, agents chimiques inorganiques et agents biologiques (Oughidni *et al.*, 2015).

7.3.2. La pollution d'origine domestique

- Elle résulte des habitations et se caractérise par la présence des germes fécaux, de fortes teneurs en matière organique, des sels minéraux et des nettoyants. Elle peut être responsable de la détérioration des conditions de clarté et d'oxygénation de l'eau
- Dans le cas d'un assainissement collectif ou individuel défectueux, des substances indésirables contenues dans les eaux vannes et les eaux ménagères peuvent contaminées la nappe (Ayachi *et al.*, 2019).
- Les ordures ménagères accumulées dans des décharges sauvages ou non mises à la norme libèrent également des lixiviats riches en polluants.

7.3.3. La pollution d'origine industrielle

Elle provient des usines et elle est caractérisée par la présence d'une grande diversité des polluants, selon l'utilisation de l'eau tels que (Bengarnia, 2016) :

- Les hydrocarbures (raffinerie) ;
- Les métaux (traitement de la surface) ;
- Les acides, les bases, les produits chimiques divers (industries chimiques) ;

- L'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Les matières radioactives (centres nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Il peut y avoir un effet toxique sur les organismes vivants, par l'assemblage de certains éléments dans les denrées alimentaires tels que les métaux et les pesticides (Bengarnia, 2016).

7.3.4. La pollution d'origine agricole

L'agriculture et l'aquaculture sont les deux secteurs qui contribuent le plus à la pollution des eaux. Elles sont responsables des rejets de nombreux polluants dans les eaux de surfaces et souterraines. Ces contaminants comprenant à la fois des sédiments provenant de l'érosion de terres agricoles, des rejets de la matière organique (des boues), d'engrais chimiques (nitrates et phosphates), des pesticides, des bactéries proviennent des fumiers et purins d'élevage et des métaux (Chekirou, 2017).

Ces produits sont rarement rejetés directement dans les eaux de surfaces, mais leurs épandages en excès pour la raison agriculture intensive entraînent leur lessivage par les eaux de pluie et une pollution diffuse des cours d'eau et des eaux souterraines.

8. Les principaux polluants

8.1. Les polluants physiques

La pollution physique représente les éléments solides entraînés par l'eau. Ils se subdivisent en plusieurs catégories selon leur nature et leur dimension :

- **Les éléments grossiers**

Leur dimension est suffisamment grande pour être retenue par de simples grilles. Dans les eaux de surface, ces éléments sont généralement les brindilles, les feuilles, les arbres...etc. (Alloune *et al.*, 2013).

- **Les sables**

Les sables sont des particules minérales d'une certaine dimension. Ils sont généralement à base de silice ou de composition minérale équivalente. Leur masse

spécifique est de 2,5 à 2.6 g/cm³, ce qui permet leur élimination par simple décantation (Mizi, 2006).

▪ Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension rencontrées dans les eaux (essentiellement superficielles) sont très diverses tant par leur nature que leur dimension.

Elles sont constituées de quartz, d'argiles, de sels minéraux insolubles, de particules organiques composées de micro-organismes, et de produits de dégradation animaux ou végétaux (Alloune *et al.*, 2013).

8.1.1. Les polluants chimiques

La pollution chimique d'une eau est autrement plus complexe et peut provenir de plusieurs sources. On distingue selon la nature de la pollution chimique :

8.1.2. Les éléments chimiques minéraux

L'eau étant un très bon solvant permettra la mise en solution de nombreux composés avec lesquels elle sera en contact. La dissolution des sels, la corrosion des métaux et dissolution des acides et des bases sont des phénomènes qui donnent lieu à des eaux de rejets caractérisées par certaines formes de pollution dont les plus représentatives sont (Alloune *et al.*, 2013).

- L'élévation de la température ; une eau plus chaude constitue une pollution.
- Des eaux dont le pH présente de grands écarts par rapport à la neutralité sont polluées.
- La présence des métaux lourds dans les eaux sous formes dissoute et en suspension ainsi que sous une forme difficilement soluble dans les sédiments, Ils ont un effet cumulatif. Leur fixation sélective sur des organes et tissus sensibles peut être dangereuse aux concentrations élevées.
- La formation des sels parfois en grandes quantités, tels que des chlorures, des nitrates, des sulfates et des phosphates, ont une grande importance vis-à-vis l'environnement (Alloune *et al.*, 2013).

8.1.3. Les éléments chimiques organiques

La matière organique est principalement issue de la décomposition des végétaux, des animaux et des microorganismes. Il est donc difficile d'en donner une description précise ou une composition moyenne. Elle participe à beaucoup de paramètres de qualité de l'eau : couleur, sous-produits de désinfection, odeurs, saveurs...etc. (Alloune *et al.*, 2013).

8.1.4. Les polluants biologiques

Ils constituent les organismes libres et des agents pathogènes :

- Les organismes libres

Parmi les organismes libres présents dans l'eau, le plancton et les macros invertébrées.

- Les agents pathogènes

Ils comprennent : les virus, les bactéries et les parasites. Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau (Hadji *et al.*, 2020).

9. Traitement des eaux

La préservation de la sécurité microbiologique des approvisionnements en eau de boisson repose sur l'interposition de barrières multiples, du captage au consommateur, en vue de prévenir la contamination de l'eau ou de limiter celle-ci à un niveau non préjudiciable pour la santé. On parvient à une sécurité d'autant plus poussée que l'on met en place un plus grand nombre de barrières, dont la protection des ressources en eau, la sélection et l'application correctes d'étapes de traitement et la gestion des réseaux de distribution (canalisés ou autres), de manière à maintenir et à préserver la qualité de l'eau traitée (OMS, 2017).

La stratégie privilégiée est une démarche gestionnaire mettant l'accent sur la prévention ou sur la réduction de la pénétration des agents pathogènes dans les sources d'eau et sur un moindre recours aux procédés de traitement visant à éliminer ces agents. Les conséquences potentielles pour la santé de la contamination microbienne sont telles qu'il est crucial de conserver en permanence la maîtrise de celle-ci et de ne jamais la laisser sortir des limites recommandées.

La désinfection revêt une importance incontestable dans la sécurité sanitaire d'un approvisionnement en eau de boisson. La destruction des micro-organismes pathogènes est

une opération capitale, qui fait très souvent appel à des réactifs chimiques tels que le chlore. Directives de qualité pour l'eau de boisson. (OMS, 2017).

10. Maladies à transmission hydrique

L'eau est indispensable à toute vie mais elle peut être également source ou vecteur de nombreuses maladies et donc provoquer la mort.

L'eau n'est apparue que tardivement comme pouvant jouer un rôle dans la santé. Elle a été identifiée comme facteur de transmission de maladie seulement en 1854 lors d'une épidémie de choléra à Londres. Progressivement l'accès correct à l'eau potable a permis d'augmenter l'espérance de vie à condition que dans le même temps les conditions d'hygiène s'améliorent. Les maladies liées à l'eau sont très diverses par leur rapport avec celle-ci et le mode de transmission. [3]

10.1. Maladies d'origine bactérienne

Les eaux peuvent transmettre un certain nombre de maladies d'origine bactérienne on peut citer :

10.1.1. Choléra

Le choléra est une infection bactérienne aiguë du tractus intestinal, pouvant entraîner rapidement Après adhérence de *Vibrio cholerae* à la surface des cellules épithéliales de l'intestin elle se multiplie et produit une entérotoxine altérant le processus ionique avec pour conséquence des pertes d'eau et d'électrolytes sous forme de diarrhées sévères et de vomissements. Le malade en l'absence de traitement adapté meurt. La transmission de cette maladie est féco-oral (Derghoum *et al.*, 2021).

10.1.2. La dysenterie bacillaire

L'infection est caractérisée par une diarrhée sanglante extrêmement abondante résultant de l'invasion de la muqueuse intestinale par *Shigella dysenteriae* et *S. flexneri* (Hadji *et al.*, 2020).

10.2. Maladies d'origine virale

10.2.1. Hépatite A et E

Provoquées par un virus de la famille des *Picornaviridae*. Sa transmission est oro-fécale.

L'évolution de la maladie va de la maladie anictérique à l'ictère hépatique sévère et prolongé.

La durée des symptômes est de 4 à 8 semaines (**Derghoum *et al.*, 2021**).

CHAPITRE II

« *Matériel et méthodes* »



1. Objectif d'étude

La qualité biologique de l'eau est la première préoccupation de santé publique à l'échelle mondiale et, vu que les principaux risques sanitaires à court terme liés à l'eau sont généralement d'ordre infectieux, alors notre présente étude s'inscrit dans le cadre de la vérification de la qualité bactériologique de l'eau, dont les prélèvements ont été effectués de la retenue collinaire de Nechmaya (**Oued El Nakhla**) de la wilaya de Guelma.

2. Description du site d'étude

Les retenues collinaires au niveau de la wilaya de Guelma sont essentiellement utilisées pour l'abreuvement des animaux et l'irrigation des sols par les agriculteurs. et elle sont de nombre de 17 retenues (**Alioui et al., 2015**), parmi ces retenues une a été choisie pour notre étude. Cette retenue collinaire **Oued El Nakhla (Fig.3), (Fig.4)**. Se situe dans les environs de la commune de Nechmaya (**Fig.2**), cette dernière se trouve au nord de la ville de Guelma.

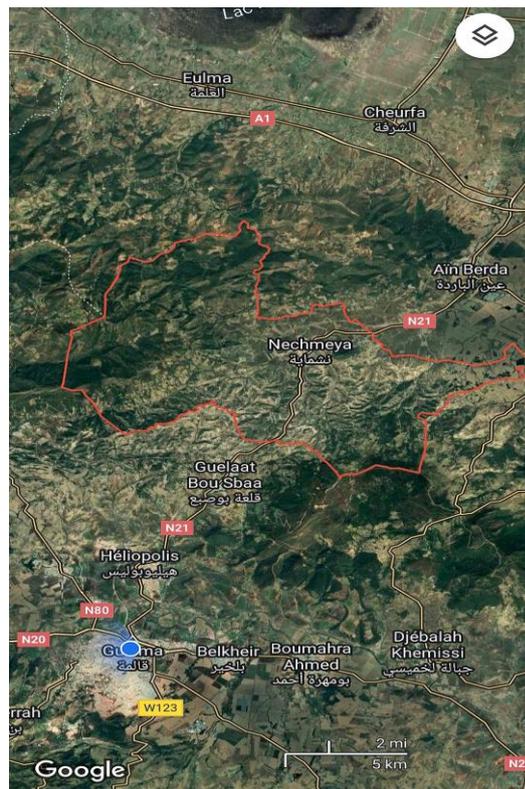


Figure 2: Photo satellite de la commune de Nechmaya (**Mekhalfa, 2022**).

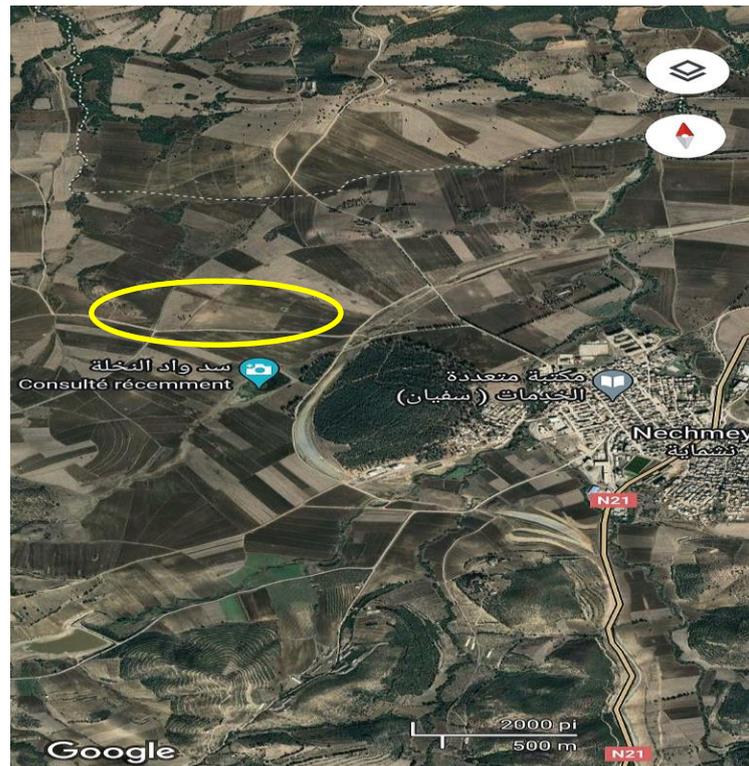


Figure 2: Photo satellite de la retenues collinaires Oued El Nakhla (Mekhalfa, 2022).



Figure 4 : La retenue collinaire Oued El Nakhla (Prise par Maadi, 2022).

3. Stratégie d'échantillonnage et choix des stations

3.1. Critères de choix des stations

Notre étude est basée sur un échantillonnage mensuel d'une période de deux mois (février et mars), à partir d'un rythme d'un seul prélèvement par mois (Tab.1)

Tableau 1 : présentation des points de prélèvement.

Prélèvement	Date	Heure
1 ^{er} prélèvement	27/02/2022	8h
2 ^{eme} prélèvement	27/03/2022	10h

Pour obtenir un échantillon d'eau représentatif, les conditions suivantes doivent être respectées (**Khoumeri et al., 2018**).

- Sélectionner convenablement le point d'échantillonnage
- Respecter strictement les procédures d'échantillonnage.
- Une fois fini, conférer une conservation adéquate de l'échantillon.

3.2. Echantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon est une opération très délicate à laquelle un grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques de l'eau (**Benaouira, 2017**). Pour obtenir un échantillon d'eau représentatif, les conditions suivantes doivent être respectées (**Djebbar et al., 2021**).

3.2.1. Matériel utilisé

Ce travail a été réalisé au niveau de laboratoire de la microbiologie au sein de l'université 8 mai 1945 Guelma.

❖ Verreries

Avant chaque utilisation, des bouteilles en verre de 500ml, des tubes à essai, des béchers ; doivent être soigneusement lavés, rincés, séchés et stérilisés au four Pasteur à 180 °C pendant

15 à 30 minutes ; afin d'être utilisés pour le prélèvement.

❖ Appareillages et outils

- Bec benzène
- Autoclave marque (Wisd)
- Etuves réglées à 22 °C 44 °C
- Compteur de colonie Selecta (digital).
- Etuve réglée à 37 °C marque

- Four pasteur de marque (nuve).
- Bain-marie marque (Memmert).
- ❖ **Milieux de culture**

Des milieux de cultures solides et liquides sélectifs ont été utilisés pour la recherche et l'isolement de différentes flores présentes dans l'eau à analyser.

- Eau distillée, eau physiologique stérile.
- **Gélose TGEA** : Gélose glucosée tryptonée à l'extrait de levure, préconisée pour le dénombrement de la flore aérobique mésophile totale.
- **Bouillon Bromo-Crésol-Pourpe-Lactosé (BCPL)** : double et simple concentration utilisée pour la recherche des coliformes totaux et fécaux.
- **Milieu Schubert** : utilisé pour le test confirmatif de la recherche des coliformes fécaux.
- **Bouillon de Rothe** : double et simple concentration utilisée pour le test de présomption des streptocoques fécaux.
- **Bouillon Eva Litsky à l'éthyle-violet** : utilisé pour le test confirmatif de recherche et de dénombrement des streptocoques fécaux (entérocoques).
- **Gélose glucosée viande foie (VF)** : utilisée pour le dénombrement des spores de Clostridia sulfitoréducteurs dans les eaux.

❖ **Réactifs utilisés**

- Alun de fer
- Sulfite de sodium.
- Réactif du Kovacs

3.2.2. Mode de prélèvement

NB : Tous les prélèvements ont été effectués entre 08h et 11h.

Le prélèvement doit s'effectuer dans des conditions d'asepsie rigoureuse. Il faut utiliser de préférence des flacons en verre Pyrex munis d'un large col et d'un bouchon à vise métallique. Les techniques de prélèvement sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l'eau à analyser, Pour une eau stagnante (retenue collinaire), les flacons stériles sont prolongés à une distance qui varie de 25 à 30 cm de la surface assez loin des bords (**Fig.5**), ainsi que des obstacles naturels. Les flacons sont ouverts sous l'eau et sont remplis jusqu'au bord, ensuite le bouchon est également placé sous l'eau de telle façon

qu'il n'y est aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport. (Amiri *et al.*, 2014).



Figure 5 : Échantillonnage dans les cours d'eau (prise personnel Bencheikh 2022).

3.2.3. Enregistrement et étiquetage des échantillons

Pour faciliter le travail et l'exploitation des résultats tout en évitant les erreurs, Il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détectables.

Dans ces derniers, on doit noter avec précision : la date, l'heure, les conditions météorologiques, un numéro et toutes circonstances anormales (Bouchreit *et al.*, 2016).

3.2.4. Transport et conservation des échantillons

Afin d'obtenir des résultats représentatifs, il est impératif de préserver l'intégrité des prélèvements d'eau entre le moment de l'échantillonnage et l'analyse en laboratoire. Pour ce faire, les échantillons doivent être conservés à l'obscurité et à une température de 4 °C, dans une glacière, en attendant leur acheminement au laboratoire. Les analyses bactériologiques doivent commencer au maximum 24 heures après le prélèvement. Après prélèvement et transports des échantillons on procède à l'analyse bactériologique qui doit être faite dans les 24h suivant l'échantillonnage. (Djebbar *et al.*, 2021)

Les analyses bactériologiques ont été effectuées selon les étapes suivantes :

- Isolement et dénombrement des germes et bactéries à partir des échantillons d'eau Prélevés.

L'analyse bactériologique consiste en la recherche, dénombrement et isolement des germes suivants :

- Les germes totaux.
- Les coliformes totaux et fécaux.
- Les streptocoques fécaux.
- Les germes anaérobies sulfitoréducteurs (clostridium).

4. Analyse physico-chimique

4.1. Température

La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Les vitesses des réactions chimiques et biochimiques sont accrues par la température d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10°C. Dès que l'on augmente la température de l'eau, l'activité métabolique des organismes aquatiques est alors accélérée. La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaire chaudes (**Rodier, 1984**).

4.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH mesurant l'acidité d'une solution, est défini par l'expression $\text{pH} = -\log \text{H}^+$ où (H^+) est l'activité de l'ion hydrogène H^+ dans la solution (**Ramade, 1993**). Les équilibres physicochimiques sont conditionnés par le pH. Il intervient avec d'autres paramètres comme la dureté, l'alcalinité et la température, Habituellement il varie entre 7,2 et 7,6 (**Bremond et al., 1973**). Cependant, dans certains cas, il peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons (**Rodier, 2009**).

4.3. Conductivité

C'est une appréciation des matières minérales en solution. En effet, dans les eaux naturelles qui constituent des solutions peu concentrées en sels minéraux, pratiquement tous les éléments dissous sont ionisés et contribuent donc à la conductibilité d'une eau. La conductivité a, la plupart du temps, une origine naturelle due au lessivage des terrains ou

une origine d'activité humaine (agricole ou domestique) contribuant aussi à l'accroissement de la conductivité. Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation. Elle est très utile pour mettre en évidence la qualité de l'eau. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (**Djebbar et al., 2021**).

4.4. Salinité

La salinité est un facteur écologique majeur, une salinisation du milieu entraîne une modification importante de la biocénose, sans qu'il s'agisse forcément d'un appauvrissement, donc d'une pollution.

La présence de sel dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximum de densité). D'autres (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière significative. En fin, certaines sont essentiellement déterminées par la quantité de sel dans l'eau (conductivité, pression osmotique) (**Bouchreit et al., 2016**).

4.5. Oxygène dissous

La présence de l'oxygène dans les eaux est le résultat des échanges entre l'atmosphère et la surface de l'eau ainsi que de l'activité photosynthétique du phytoplancton.

La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs ; tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. Cette concentration dépend également de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau. La détermination de l'oxygène dissous (O_2) est réalisée au terrain à l'aide d'un multi paramètre portatif. La concentration en oxygène dissous dans l'eau est communément exprimée en milligramme par litre (mg/l) ou en pourcentage de saturation (**Reggam, 2015**).

NB : tous les mesures sont effectuées sur le terrain à l'aide d'un multi paramètre (WTW multi 1971i) (**Fig.6**).

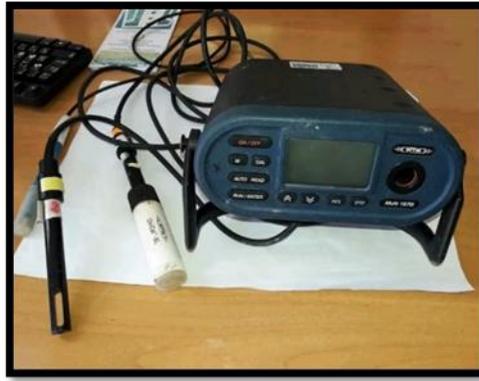


Figure 6 : Multi paramètre WTW (Prise par Bencheikh, 2022).

5. Analyse bactériologique

5.1. Préparation des dilutions

Avant d'ensemencer les milieux de culture on doit réaliser une gamme successive de dilution de 10^{-1} jusqu'à 10^{-3} , chaque dilution nécessite un tube de 9ml et d'une pipette stérile de 1ml.

La dilution de 10^{-1} sera effectuée en prenant 1ml de la solution mère (l'eau à analyser) préalablement homogénéisée qui sera introduit dans un tube contient 9ml de diluant (eau distillée), puis pour réaliser la 2^{ème} dilution nous prélevons 1ml de ce dernier tube pour le mettre dans un 2^{ème} tube contient également 9ml de diluant, nous répétons la même opération pour réaliser la dilution 10^{-3} .

Eviter tout contact entre la pipette ni avec la paroi ni avec l'eau distillé (diluante).

5.2. Recherche et dénombrement des Germes totaux

Toute bactérie aérobie, levure et moisissure, capable de former des colonies dans un milieu de culture nutritif gélosé. Elle constitue un bon indicateur de la qualité hygiénique générale du réseau (**Chigneur, 2013**).

Le dénombrement des germes totaux est utilisé comme indicateur de pollution : dans les milieux de très bonne qualité microbiologique pour contrôler une éventuelle contamination bactérienne. Ce sont essentiellement des eaux souterraines des nappes profondes qui seront contrôlées.

Dans les réseaux : une augmentation de la contamination bactérienne après la station de traitement peut être le signe d'une multiplication bactérienne dans le réseau ou d'une pénétration de bactérie à l'intérieure de celui-ci.

Selon les normes internationales les micro-organismes revivifiables se définissent comme étant la totalité des bactéries, levures et moisissures capable de former des colonies dans ou sur le milieu de culture spécifique dans les conditions d'essai décrites (**Bengarnia, 2016**).

➤ **Principe**

A partir de l'échantillon à analyser et de série des dilutions déjà préparées, porter des gouttes dans des boites de pétri vides préparées à cet usage et numérotées.

Compléter ensuite chacune des boites avec environ 15 ml de gélose TGEA et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier. Retourner les boites et incuber une série de boites à 37 °C et une autre série à 22 °C pendant 24h à 48h. La lecture se fait après chaque 24 heures ou on calcule le nombre de colonies formées présentes dans 1 millilitre d'échantillon. Les résultats sont exprimés en Unité formant colonie (UFC/ml) (**Fig.7**).

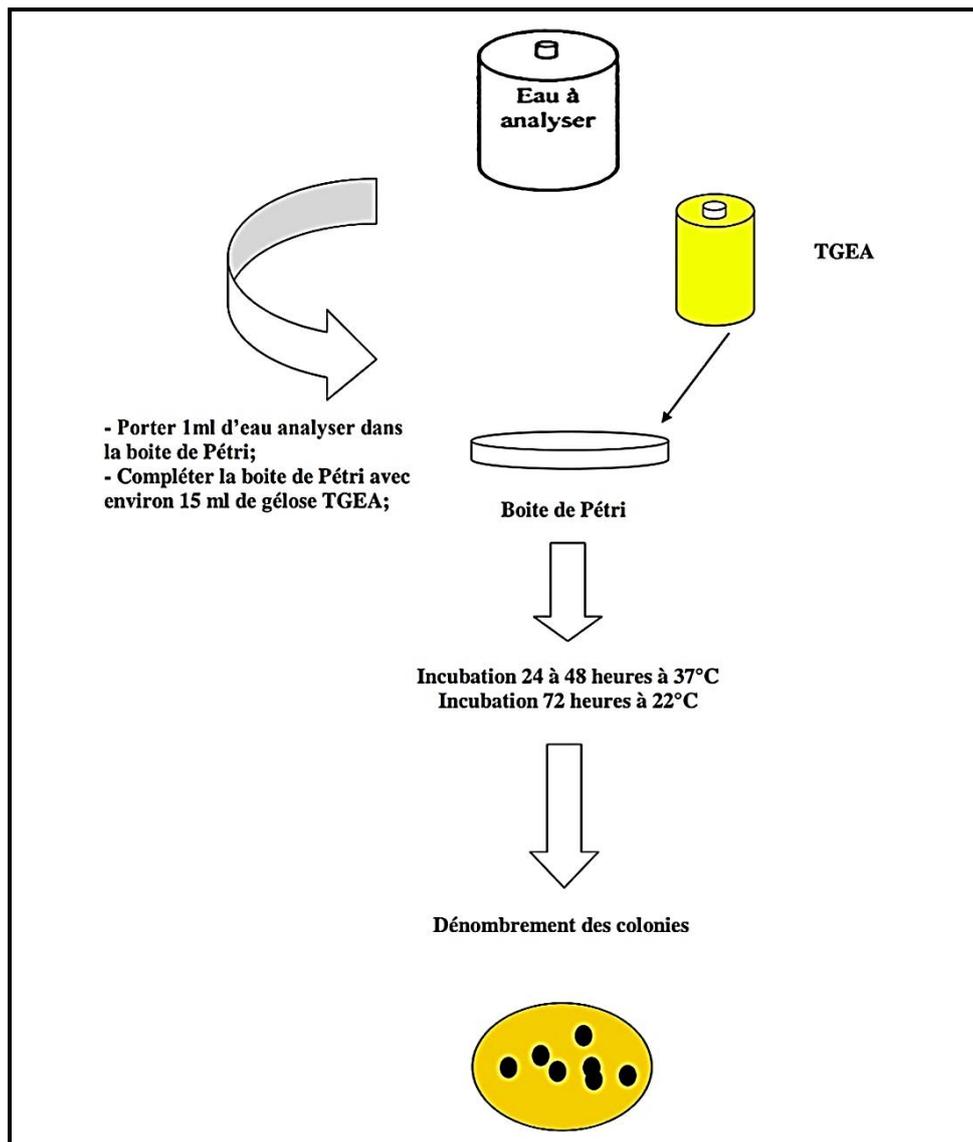


Figure 7 : Protocole de recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables à 22°C et à 37°C dans les eaux (Bouchreit, 2016).

5.3. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et des Coliformes fécaux

5.3.1. Les coliformes totaux

Par définition les coliformes totaux sont les bactéries gram négatives qui fermentent le lactose à 37°C en produisant un acide, du gaz et un aldéhyde dans un délai de 24-48h, il s'agit de germes non sporulés ne contenant pas de cytochromes-oxydase (Chigeur, 2013).

5.3.2. Les coliformes fécaux

Les coliformes fécaux appartenant à la même famille des enterobacteriaceae, sont un sous-groupe des coliformes totaux dont ils partagent les caractéristiques, et ont la différence qu'ils supportent une température plus élevée (44°C) à laquelle ils peuvent pousser.

Escherichia coli est l'espèce la plus importante des CF par son nombre et son origine fécale certaine. En effet *E. coli* représente 89,4% des CF de l'homme, 96,2% des CF du bétail et 99% des CF de fèces de volaille (Chigneur, 2013).

➤ Test présomptif

Il est effectué en utilisant le bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol (BCPL) en

Simple et double concentrations. Tous les tubes sont munis d'une cloche de Durham pour déceler le dégagement éventuel du gaz dans le milieu.

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

- 10 ml de l'échantillon dans chaque un des 3 tubes contenant le milieu BCPL D/C.
- 1ml de l'échantillon dans chaque un des 3 tubes contenant le milieu BCPL S/C.
- 0.1ml de l'échantillon dans chaque un des 3 tubes contenant le milieu BCPL S/C.

Chassez l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et mélanger bien le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37 °C pendant 48 heures.

➤ Test confirmatif

Après l'agitation prélever de chacun des tubes positifs quelques gouttes à l'aide d'une pipette pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche Durham dont on chasse le gaz éventuellement présent. L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 heures.

Seront considérés comme positifs (+) les tubes présentant à la fois un dégagement de gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche) et un anneau rouge en surface après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* (Fig.8).

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP (Djebbar, 2020).

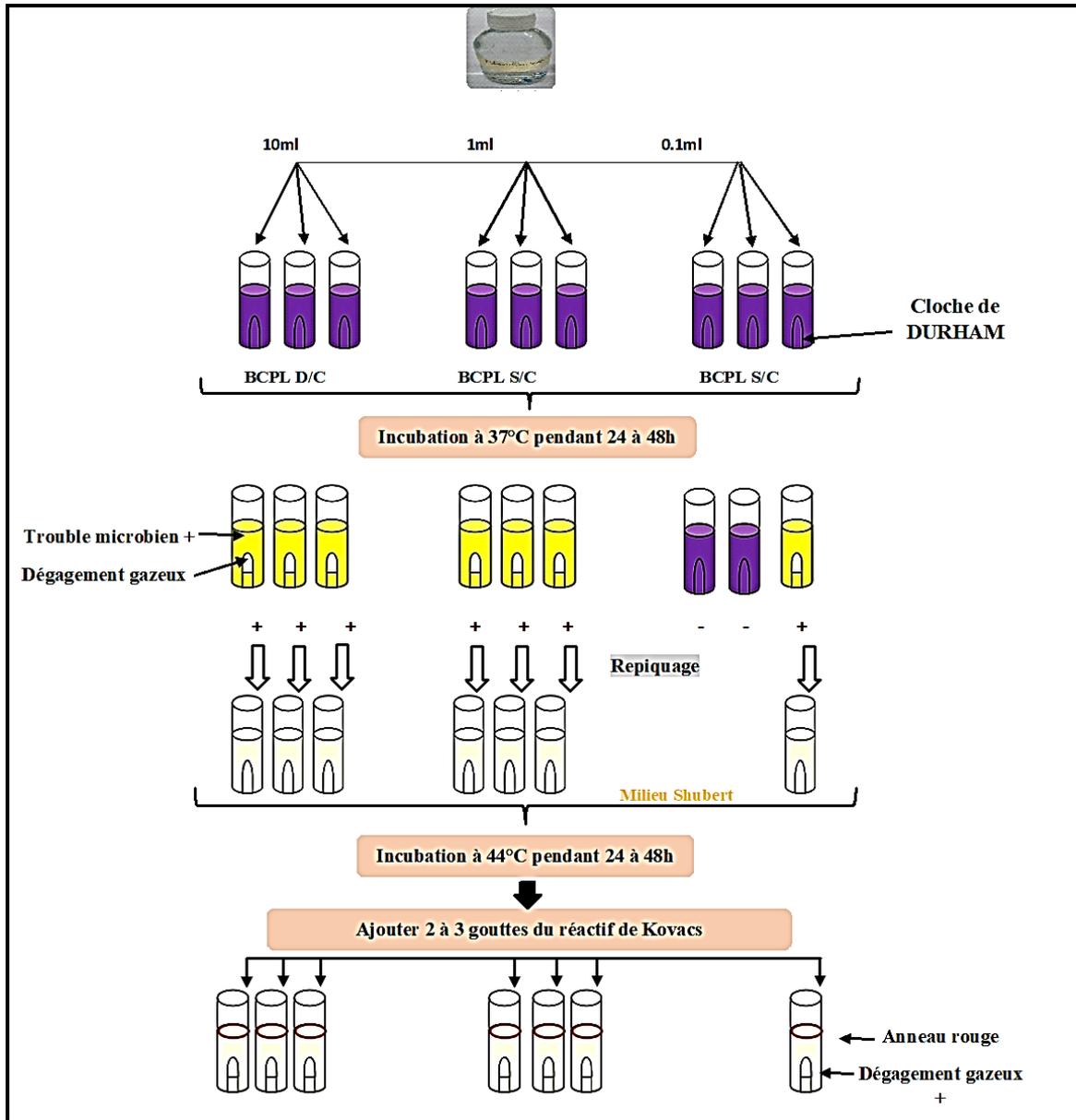


Figure 8 : Protocol de recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux en milieu liquide

5.4. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

➤ Les streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux appartiennent à la famille des streptococcaceae, ce sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud, ils sont éliminés

en grand nombre dans les matières fécales (**Chigneur, 2013**). Ce sont des bactéries Cocci à Gram positif (**Bengarnia, 2016**).

➤ **Test présomptif**

A partir de l'eau à analyser bien homogénéiser, ensementer :

- 3 tubes de bouillon Rothe (D/C) avec 10ml de l'échantillon.
- 3 tubes de bouillon Rothe (S/C) avec 1ml de l'échantillon.
- 3 tubes de bouillon Rothe (S/C) avec 0,1 ml de l'échantillon.

Homogénéiser soigneusement par agitation le contenu des tubes en s'assurant que la teinte du bouillon est uniforme en haut et en bas du tube. Incuber les tubes à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Les tubes présentant un trouble microbien pendant cette période seront considérés comme susceptibles de contenir un streptocoque fécal, ils seront obligatoirement soumis au test confirmatif

➤ **Test confirmatif**

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption. Prélever de chacun des tubes de Rothe positifs après l'agitation quelques gouttes à l'aide d'une pipette pasteur, et faire un repiquage dans des tubes contenant le milieu Eva Litsky. Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

L'incubation se fait cette fois-ci à 37°C, pendant 24 à 48 heures.

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois un trouble microbien et une pastille blanchâtre (un dépôt) au fond des tubes. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP, le nombre de streptocoques fécaux sont par 100 ml de l'échantillon (**Fig.9**).

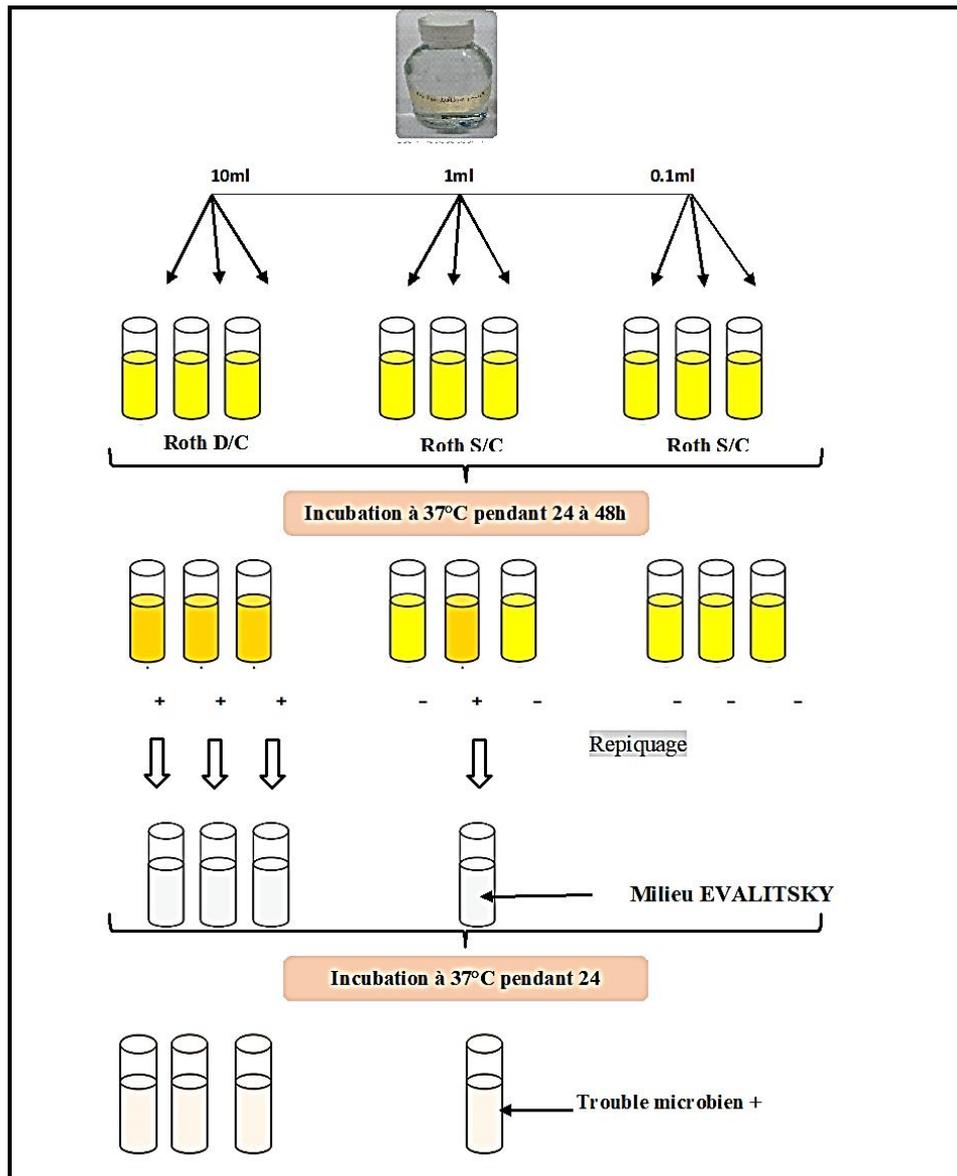


Figure 9 : Protocole de recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.

5.5. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfitoréductrices (ASR)

➤ Clostridium sulfito-réducteurs

Les bactéries anaérobies strictes à Gram positif et sporulées ont la capacité de réduire les sulfites en sulfures d'hydrogène. Les spores résistent au stress environnemental et en particulier aux radiations solaires. Parmi ces spores sulfito-réductrices, on trouve *Clostridium perfringens*, une espèce le plus souvent associée aux fèces d'animaux à sang chaud.

Cette méthode consiste à rechercher, et dénombrer les spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices et de *Clostridium* sulfito-réducteurs dans les eaux, par incorporation en gélose en tubes profonds (Chekirou, 2017).

➤ **Principe**

Pour la recherche des *Clostridium* sulfito-réducteurs, il suffit de prendre 20 ml de l'eau à analyser qu'on verse dans un flacon stérile. Ce dernier sera par la suite soumis à un chauffage à 80 °C pendant 8 à 10 minutes pour détruire toutes les formes végétatives (les ASR éventuellement présentes et reste seulement la forme sporulée des bactéries sulfito-réductrices). Après chauffage, il faut refroidir immédiatement le flacon en question, sous l'eau du robinet (choc thermique), répartir ensuite le contenu de ce flacon dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube ; puis ajouter environ 20 ml de gélose viande foie, fondue puis refroidie à $45\pm 1^{\circ}\text{C}$, et 1 ml d'Alun de fer et 4 gouttes de Sulfite de sodium et on couvre par une couche de paraffine pour assurer l'anaérobie. Mélanger avec précaution et doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.

Laisser solidifier sur pailleuse pendant 30 minutes environ. L'incubation se fait à 37° C pendant 24 à 48 heures (Ayachi, 2019).

Seront considérés comme positifs (+) les tubes contenant des colonies noires qui correspondent aux clostridiiums sulfitoréducteur. La première lecture doit absolument être faite après 16h d'incubation car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes ; auquel on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi le dénombrement et l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10^{-1} voir 10^{-3} . La deuxième lecture se fera après 24h et la troisième et dernière lecture après 48h. Les résultats sont exprimés par le nombre des clostridiiums sulfitoréducteurs dans 20 ml de l'échantillon à analyser (Fig.10)

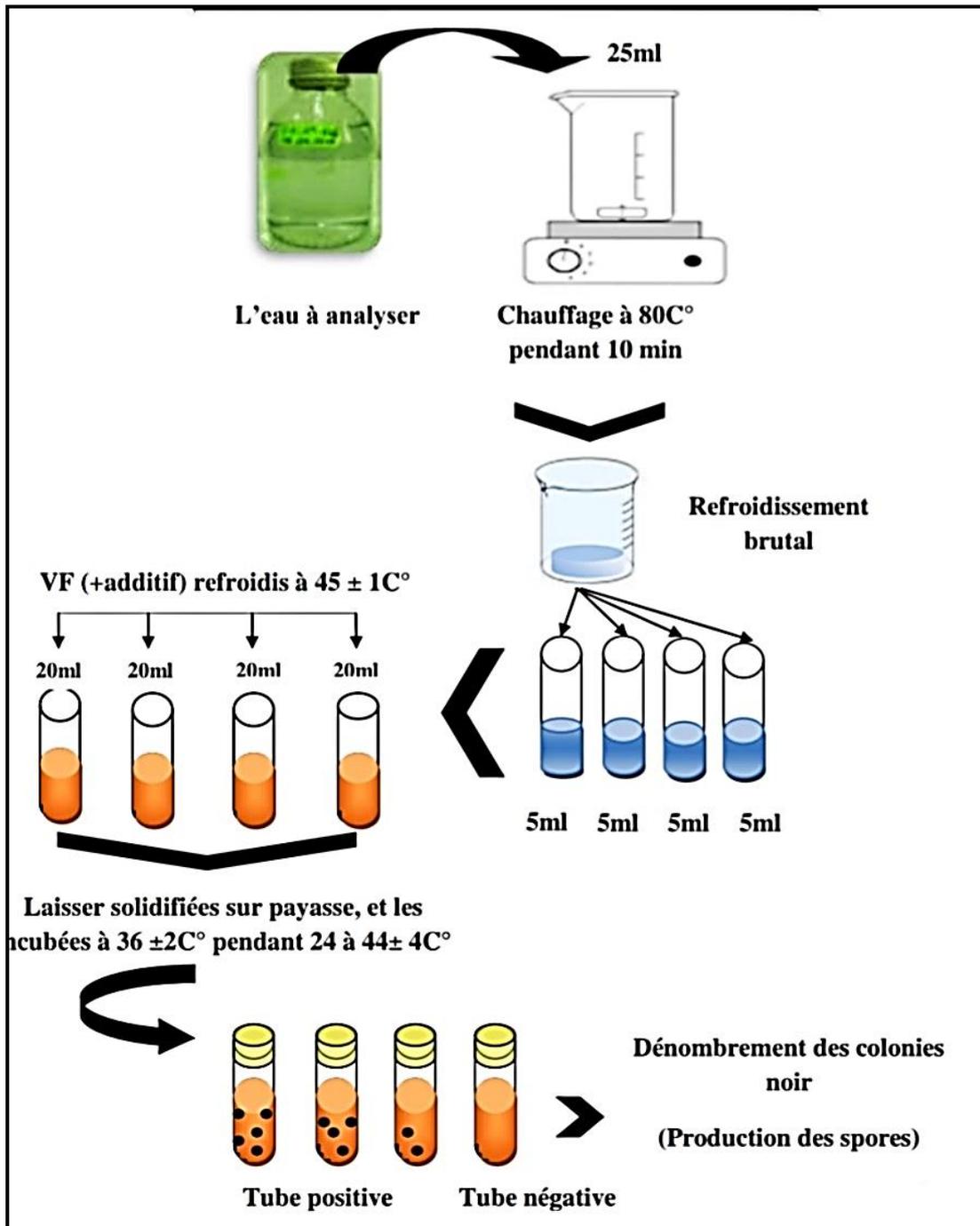


Figure 3: Protocole de recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfitoréductrices (Oughidni, 2015).

6. Origine de la pollution fécale**Tableau 2** : Origine de la pollution fécale selon le rapport CF/SF**(Borrego et Romero, 1982).**

Rapport (CF/SF)	Source de contamination
$R < 0.7$	Principalement ou entièrement d'origine animale
$0.7 < R < 1$	Mixte à prédominance animale
$1 < R < 2$	Origine incertaine
$2 < R < 4$	Mixte à prédominance humaine
$R > 4$	Source exclusivement humaine

CHAPITRE III

« *Résultats et discussion* »



1. Paramètres physico-chimiques mesurés in situ

Il y a des paramètres facilement mesurables et utiles pour connaître les éléments chimiques les plus dominants dans les eaux de la retenue de la région d'étude, leurs concentrations et leurs origines.

1.1. La Température

La température de l'eau joue un rôle important dans la solubilité des sels et de gaz, en autres l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de la T de 10°C. L'activité métabolique des organismes aquatiques et donc accélérée lorsque la T de l'eau s'accroît. La valeur de ce paramètre est influencée par la T ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eau résiduaire chaude. Des changements brusques de température de plus de 3°C s'avèrent souvent néfastes. (Bengarnia, 2016).

La température joue un rôle dans la solubilité des sels dissous donc sur la conductivité Électrique et sur la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels (Rodier, 2005).

D'après les résultats marqués (Fig.11), on remarque une augmentation de la température dans le mois de mars par rapport le mois du février.

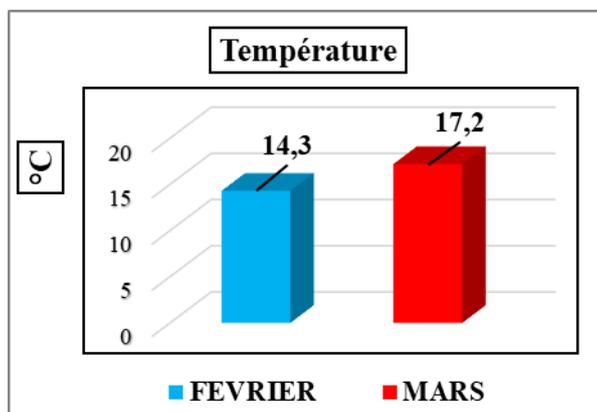


Figure 11: Variation de la température au niveau de site d'étude.

Selon la grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Monod, 1989) ; notre eau est de qualité normale (< 20 °C) (Tab.3).

Tableau 1: grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température.

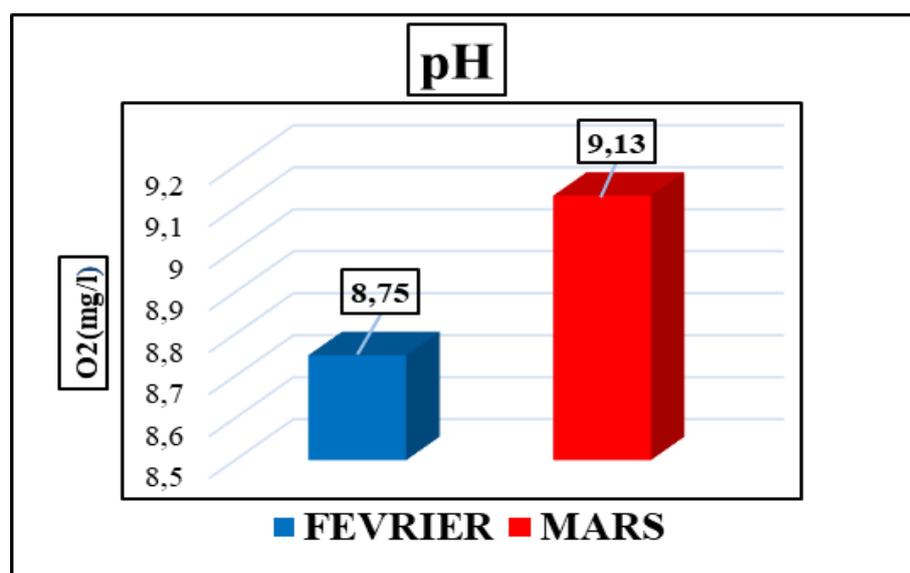
(In Razkallah, 2013)

Température	Qualité	Classe
<20	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. Le pH

Le pH des écosystèmes aquatiques est utilisé comme paramètre substitue pour représenter les relations complexe entre la chimie de l'eau et les effets biologiques. Il donne un indicateur sur l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. De point de vue sanitaire un pH élevé peut provoquer un problème de corrosion alors qu'un pH faible peut modifier le goût de l'eau (Boudraa *et al.*, 2011).

Les résultats de pH de la retenue d'Oued El Nakhla concernant les deux mois (février et mars) sont présents dans le (Fig.12), ils montrent que les valeurs de pH marqués sont légèrement variables entre (8.75 et 9.13), ce qui indique un pH alcalin dans cette retenue.

**Figure 12 :** Variation du pH au niveau de site d'étude.

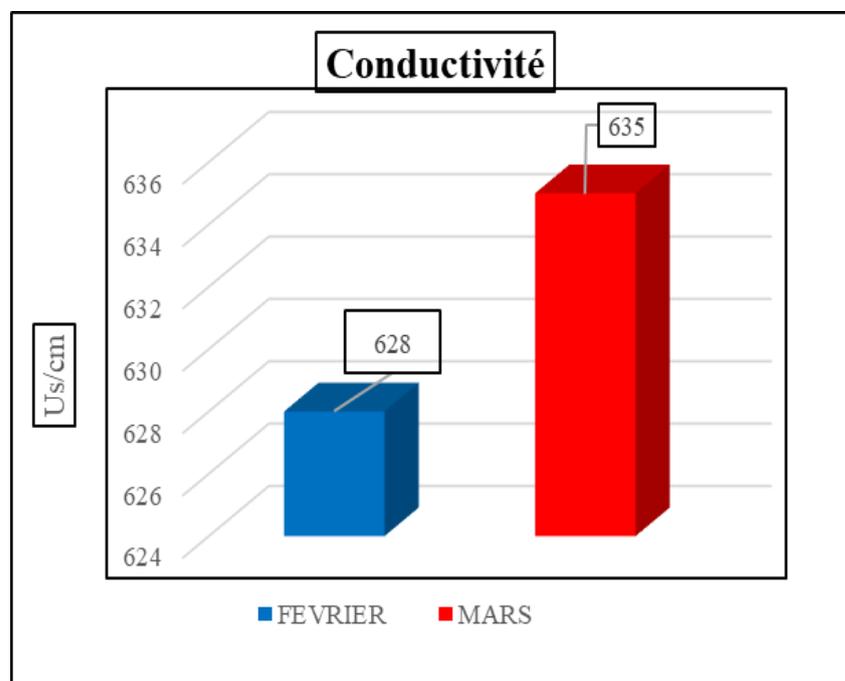
Les résultats de notre étude ont montré que les valeurs de pH sont toujours intercalées dans l'intervalle des normes de potabilité (6.5 et 9.5).

Le pH d'une eau peut être influencé par des facteurs tels que la nature géologique et les conditions climatiques. Ainsi, une température élevée conduit indirectement au déplacement de l'équilibre calcairocarbonique vers la formation des carbonates. (Chibani, 2009).

1.3. La conductivité électrique

La conductivité électrique permet d'avoir une idée sur la salinité de l'eau. Une conductivité élevée révèle soit des pH normaux, soit une salinité élevée. (Rodier, 2005).

D'après les résultats obtenus dans le (Fig.13) on remarque que la conductivité électrique dans le mois de mars est élevée 635 $\mu\text{s}/\text{cm}$ par rapport le mois de février 628 $\mu\text{s}/\text{cm}$.



Donc selon la grille d'appréciation de la qualité des eaux en fonction de la conductivité (Monod, 1989) la qualité de l'eau de cette retenue est bonne (Tab.4).

Tableau 2: La grille de la qualité des eaux des rivières selon la conductivité électrique (Monod, 1989) ;(In Razkallah, 2013).

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

1.4. L'oxygène dissous

L'oxygène dissous est un paramètre très utile pour indiquer la qualité de l'eau, d'après notre résultat le taux d'O₂ dissous dans cette retenue est compris entre (0,81 et 3,05) ce faible teneur d'O₂ dans l'eau due à la forte pollution au métabolisme microbien, qui utilise cet élément pour dégrader la matière organique abondante au niveau de ce site.

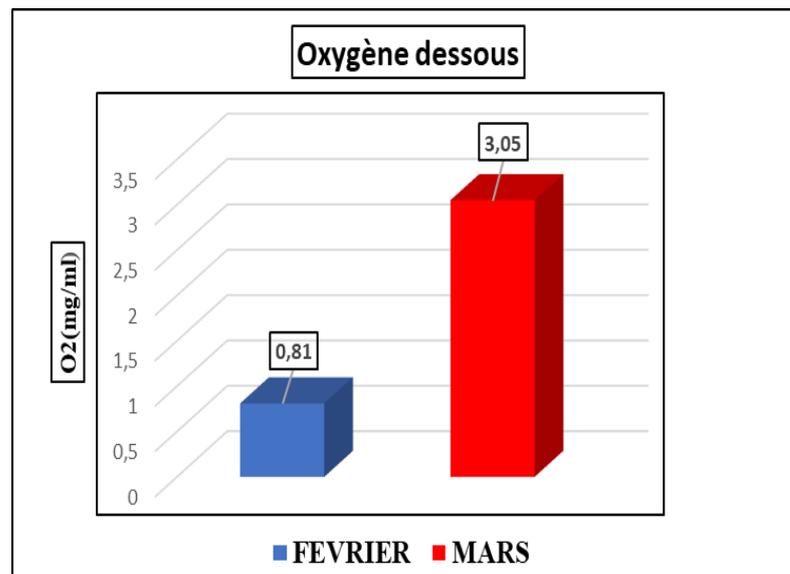


Figure 14 : Variation du l'oxygène dissous au niveau de site d'étude.

Selon la grille d'appréciation de la qualité générale de l'eau (Monod, 1988), la qualité de cette eau est médiocre (Tab.5).

Tableau 3: La grille de la qualité des eaux en fonction de l'Oxygène dissous

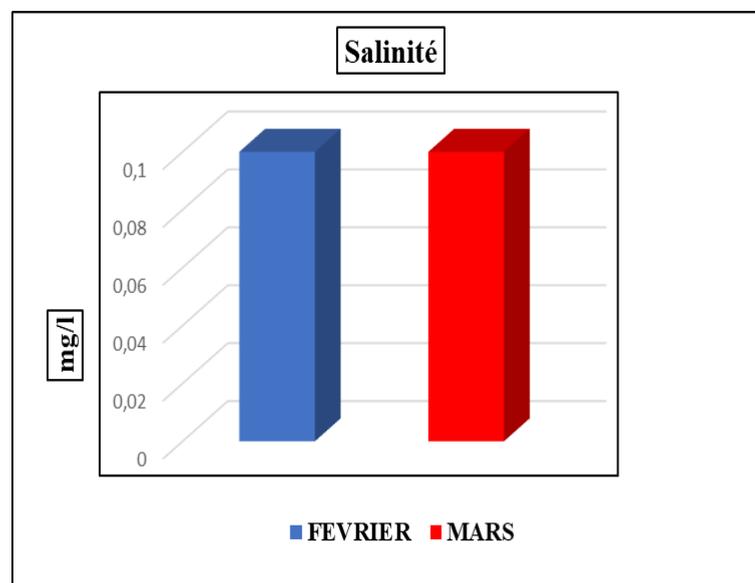
(Monod,1989) ;(Maradi, 2015)

Oxygène dissous (mg/l) Oxygène de saturation (%)	Qualité	Classe
> 7 mg/l >90%	Normal	1A
Entre 5 et 7mg/l 70% à 90%	Bonne	1B
Entre 3 et5 mg/l 50% à 70%	Moyenne	2
< 3mg/l < 50%	Médiocre	3

1.5. Salinité

La salinité est la mesure de la quantité de sels dissous dans un volume donné d'eau.

La variation de la Salinité entre les deux prélèvements est très faible et constante **0.1 mg/l**, les valeurs de la salinité sont toute inférieures à la norme algérienne qui est 1mg/l et la norme fixée par l'OMS qui de **5mg/l** (Derghoum *et al.*, 2021) donc ces eaux sont considérées comme eau douce.

**Figure 15 :** Variation du salinité au niveau de site d'étude.

2. Résultats des analyses bactériologiques

Le contrôle microbiologique consiste à vérifier la présence de différents types de bactéries dans l'eau, celle des indicateurs de contamination fécale. Les résultats de l'analyse bactériologique de cette source d'eau (Oued El Nakhla) sont présentés dans les diagrammes en bâton au-dessous.

2.1. Resultats recherche et dénombrement des Germe totaux

Le dénombrement des germes totaux vise à estimer la densité de la population bactérienne générale présente dans l'eau, la plupart ne sont pas pathogènes. Cependant, certaines espèces peuvent être pathogènes opportunistes et causent des infections chez les personnes dont le système immunitaire est affaibli. En effet, la forte concentration en germes totaux génère des problèmes d'ordre organoleptique de l'eau. (Berrouane, 2018).

Selon le graphique ci-dessus (Fig.17) on remarque la présence des germes totaux à 37°C dans l'eau pendant les deux mois, où la valeur notée en mois de mars qui est de 30×10^2 UFC/ml est élevée de février qui est de 24×10^2 UFC/ml.

Les mêmes constatations sont notées pour la flore à 22°C, nous remarquons que le nombre 34×10^2 UFC/ml dans le mois de mars est encore supérieur que le mois de février qui est de 33×10^2 UFC/ml.

D'une manière générale, le dénombrement de la flore totale est plus élevé pendant le 2ème prélèvement par rapport au 1er et à la température de 22°C en comparant à 37°C (Fig.19). Cela se traduit par l'influence de la température sur la croissance de ces microorganismes.

Ainsi les résultats obtenus montrent que les teneurs en germes totaux dans l'eau supérieures aux normes prescrites par la réglementation algérienne (≤ 10 UFC/ml à 37 °C et ≤ 100 UFC/ml à 22°C) ; la consommation de ces eaux peut engendrer des risques graves pour les consommateurs. (Meradi, 2015).

Les bactéries revivifiables ne sont pas forcément d'origine fécale mais ont également une origine environnementale. Elles fournissent quelques informations ; comme la prolifération de la flore dans une eau riche en matière organique. Ces bactéries se développent principalement à des températures basses (Rodier *et al.*, 2009).

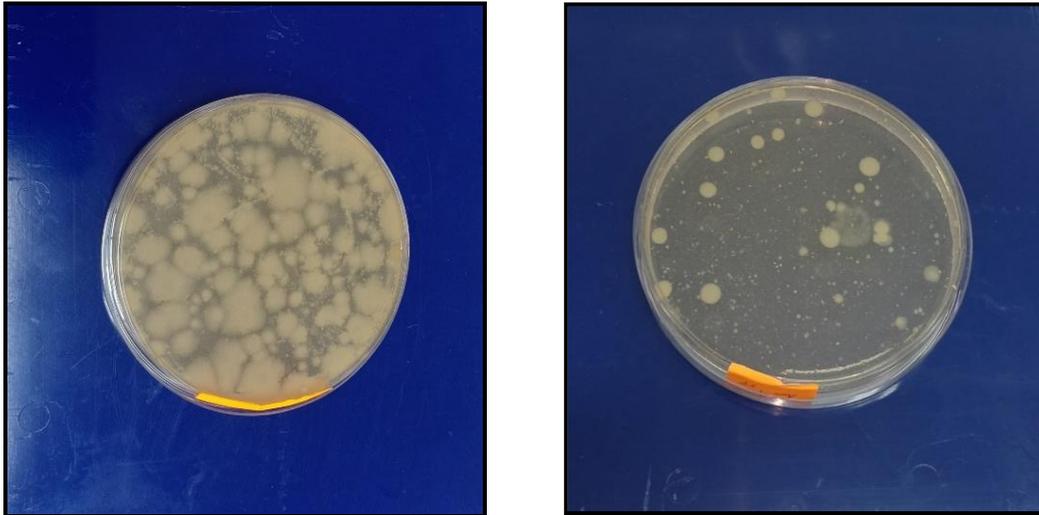


Figure 16 : Résultat de la recherche et dénombrement des Germes totaux après incubation (Prise par Mekhalfa, 2022).

2.2. Resultats de la recherche et dénombrement des Coliformes totaux et Coliformes fécaux

2.2.1. Resultats des coliformes totaux

La variation du nombre des bactéries coliformes totaux et fécaux au niveau des stations étudiées sont illustrés dans la (Fig.17).

Les résultats obtenus concernant le dénombrement des coliformes totaux au niveau du site étudié (Fig.20) montrent clairement une élévation des valeurs de ces derniers durant le mois de mars par rapport au mois de février où leur concentration varie entre **200 UFC/ml** dans le 1^{er} prélèvement, et **450 UFC/ml** dans le 2^{eme} prélèvement.

De façon générale, elles dépassent les limites fixées par les normes algériennes (<10 UFC/100ml comme concentration maximal).

Les coliformes totaux ne sont pas un signe de pollution, leur origine peut être environnementale (sol, végétation, eau) (Berrouane et al., 2018). Leur absence ne signifie pas nécessairement que l'eau ne présente pas de risque pathogène (Abdi et al., 2014).

2.2.2.Resultats des coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont un sous-groupe de bactéries faisant partie des Entérobactéries. *Escherichia coli* est la première espèce bactérienne prise en compte

comme indicateur depuis 1893, pour témoigner une contamination fécale. Ensuite, en 1907 des chercheurs ont observé qu'*E. coli* est la bactérie dominante de la matière fécale humaine tandis que les autres espèces de Entérobactéries peuvent avoir une autre source. *E. coli* est considérée aussi comme germe dominant de la flore intestinale des animaux à sang chaud et représente 1% de la biomasse microbienne totale (Bengarnia, 2016). Alors Pour le nombre des germes coliformes fécaux est un indice complémentaire confirmatif de la présence d'*Escherichia coli* parmi les coliformes dénombrés précédemment.

Les valeurs obtenues sont supérieures à celles citées pour les eaux d'irrigation (1000 CF/1ml) (Abdi *et al.*, 2014).

Les résultats du dénombrement des coliformes fécaux sont illustrés sur la (Fig.20) ces derniers montrent que le nombre des coliformes fécaux enregistrés durant le mois de mars est supérieur que du février sachant que pendant le 1^{er} mois est de 75 UFC/ml et le 2^{em} mois de 45 UFC/ml.

Donc nos résultats confirment la présentation d'une contamination fécale provenant principalement des déchets fécaux plus probablement d'origine humaine (déchets domestique) et animal parmi eux les oiseaux d'eau, ainsi que les effluents d'élevage. On constate aussi que le nombre des coliformes fécaux est inférieure à celui des coliformes totaux.

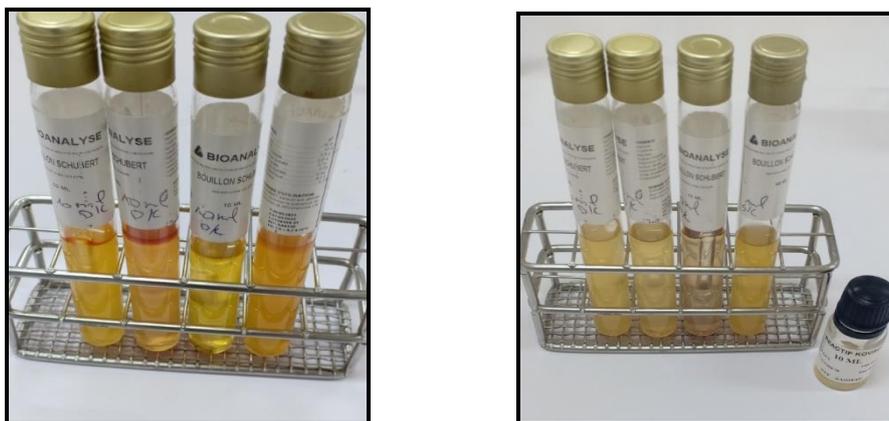


Figure 17 : Résultat de la recherche des coliformes totaux et fécaux en milieu liquide (Prise par Mekhalfa, 2022).

2.2.2. Résultats des streptocoques fécaux

La présence des streptocoques fécaux dans les eaux indique généralement une pollution fécale. L'utilisation des streptocoques comme indicateur microbiologique est

admise vu qu'il se multiplie dans les effluents d'égouts. Par ailleurs, ils sont considérés comme des indicateurs de pollution fécale beaucoup plus que les coliformes fécaux car ils ne sont pas aussi ubiquitaires mais toujours présents dans les fèces des animaux à sang chaud et leur disparition dans le milieu aquatique est moins rapide que les coliformes (Chibani, 2009).

Les streptocoques fécaux se multiplient rarement dans l'eau polluée et leur persistance n'est pas supérieure à celle d'E. coli et des Entérobactéries (Bengarnia, 2016).

D'après le graphique des streptocoques F (Fig.21) on note une augmentation des SF pendant les 2 mois, où la valeur notée durant le mois de février est de **35 SF/ml** par contre en mars et de **45 SF/ml**.

Donc la détection de ce type de bactérie dans l'eau de nos site d'étude (Fig.18), indique une pollution d'origine fécale issues principalement des rejets de déchets d'élevage.

Les valeurs obtenues sont supérieures à celles citées pour les eaux potables et pour L'irrigation (**1000 SF/ 100 ml**) (Ouanouki *et al.*, 2009).

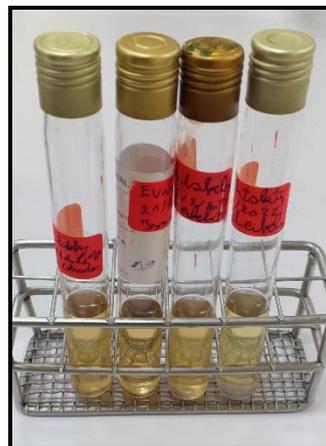


Figure 18 : Résultat de la recherche des Streptocoques fécaux après incubation (Prise par Maadi, 2022)

2.2.3. Résultats de la recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfitoréductrices (ASR)

La présence des ASR dans les eaux de surfaces est très probable où on trouve les formes sporulantes beaucoup plus résistante que les formes végétatives. Leur présence indique une contamination ancienne d'origine fécale. Elles sont responsables des maladies graves telles que le botulisme et le tétanos ; c'est pour cette raison que la recherche de ces derniers est très essentielle dans le cadre de détermination qualitative d'eau (Rejsek, 2002).

D'après nos résultats (Fig.19) on remarque que le taux des ASR pendant le mois de février est de **55 ASR/20ml** il est élevé par rapport le mois de mars par **14 ASR/20ml**.

Donc on déduire la présence d'une importante pollution fécale ancienne

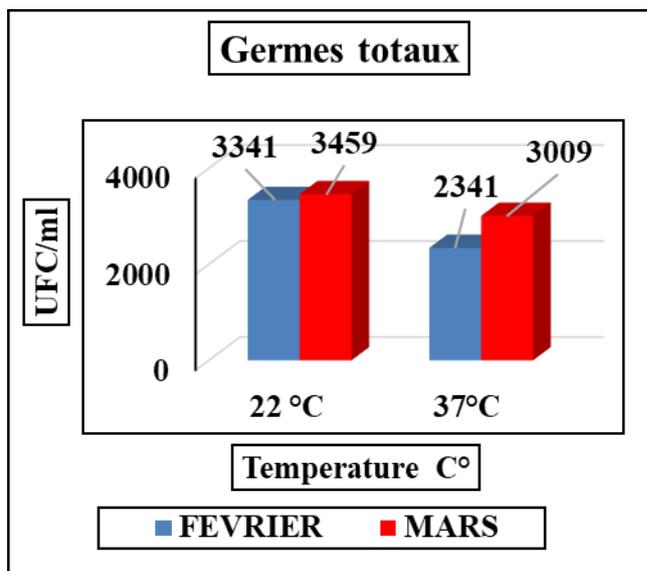


Figure 19: Estimation des Germe totaux/ml dans l'eau de la retenue collinaire Oued El Nakhla (Février -Mars 2022).

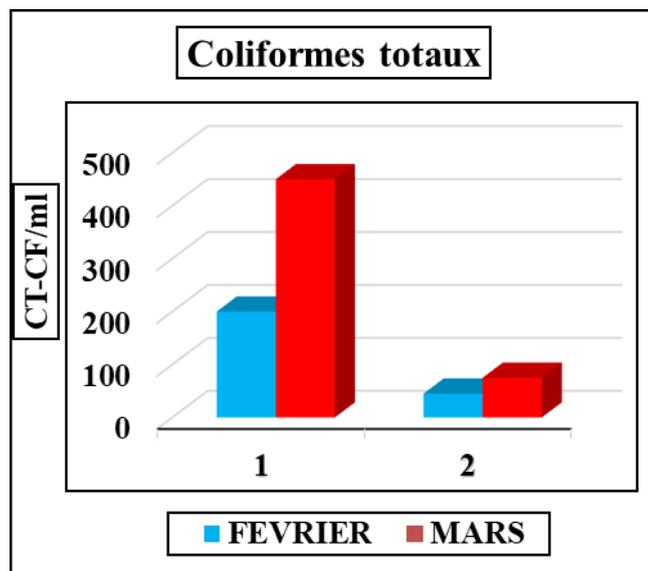


Figure 20 : Estimation des Coliformes totaux/ml dans l'eau de la retenue collinaire Oued El Nakhla (Février -Mars 2022).

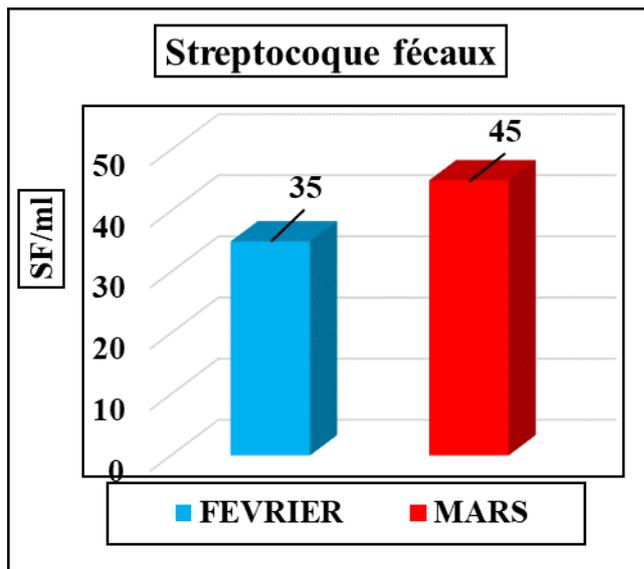


Figure 21 : Estimation des Streptocoques fécaux/ml dans l'eau de la retenue collinaire Oued El Nakhla (Février -Mars 2022).

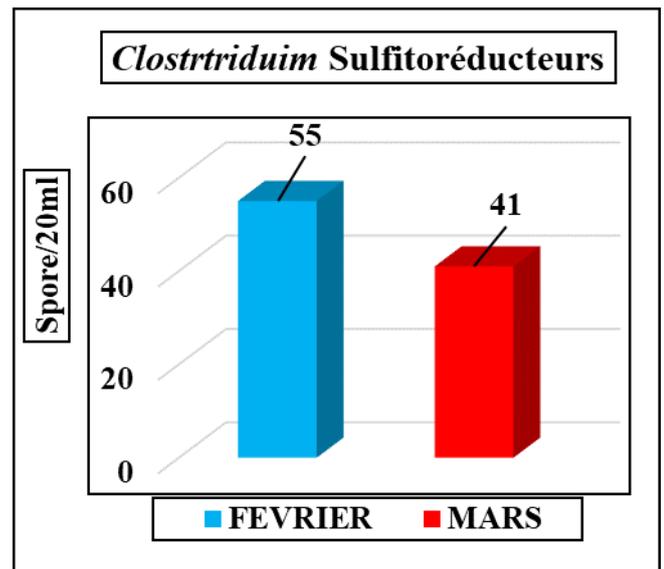


Figure 22 : Estimation des spores des clostridium Sulfito-réducteurs /ml dans l'eau de la retenue collinaire Oued El Nakhla (Février -Mars 2022).

3. Origine de la pollution fécale

Les coliformes fécaux sont très sensibles à l'environnement, Les streptocoques fécaux (Entérocoques D) : plutôt d'origine animale, Coques à Gram positif, plus résistants qu'E. coli. Peuvent également être utilisés comme indicateurs d'efficacité de traitement et donc de pollution ancienne (Chekirou *et al.*, 2017).

Le rapport (CF/SF) a été utilisé en 1969 par Geldreich et Kenner ou une valeur supérieure à 4 (CF/SF > 4) indique une origine humaine, tandis qu'une valeur plus petite que 0,7 (CF/SF < 0,7) montre une origine animale de la pollution (Meradi, 2015) (Tab.6).

Le tableau 6 montre l'origine de la pollution au niveau de notre site d'étude pendant les 2 mois février et mars 2022 à partir du rapport (CF/SF) (Tab.6).

Tableau 6: Rapport CF/SF des eaux des sites du prélèvement au cours la période d'étude

Mois	Février	Mars
Rapport (CF/SF)	2.14	1
Origine du pollution	Mixte à prédominance humaine	Origine incertaine

« *Conclusion* »



L'eau c'est la vie. C'est en effet le solvant universel car elle rentre dans la composition de tous ; à commencer par l'unité fondamentale de l'être vivant, la cellule baigne toujours dans l'eau.

La bonne qualité des eaux est un facteur important pour le bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques sachant que leur qualité microbiologique est appropriée à la qualité bactérienne qui ne sont qu'un des éléments de propagation de micro-organismes (bactéries, virus, protozoaires, parasites), certains d'entre eux sont pathogènes.

L'analyse bactériologique est donc une action obligatoire de l'expertise sanitaire par ce qu'il permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau.

Notre travail est pour le but d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique de la retenue collinaire d'Oued El Nakhla au niveau de la commune de Nechmaya wilaya de Guelma.

L'examen de la qualité bactériologique des eaux de nos site d'étude réalisée pendant les mois de février et mars est basé sur le dénombrement des bactéries indicatrices d'une contamination fécale qui sont les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les germes anaérobies sulfitoréducteurs (ASR), et les germes non spécifiques d'une contamination fécale qui sont les germes totaux.

Les résultats réalisés ont révélé que les teneurs en germes indicateurs de contamination fécale dépassent celle fixée par les normes algériennes des eaux de surface, donc la présence d'une contamination fécale importante au niveau de ce site d'étude, aussi ce qui concerne les mesures des paramètres physicochimiques obtenues in situ, on constate que la qualité de nos eaux est bonne à passable.

Pour conclure La qualité actuelle de l'eau au niveau de la zone étudiée doit faire objet d'une surveillance permanente au risque de générer des faits préjudiciables à la santé publique.

Références bibliographiques

A

- **Abdi S, Merzoug S, Tabouche k, Maazi M, et Houhamdi M., (2014).** Évaluation de la qualité bactériologique des eaux du complexe de Guerbes Sanhadja (wilaya de Skikda- nord est Algérien). 1er Séminaire National sur la Santé et Bio-Surveillance des Ecosystèmes Aquatiques University of Souk Ahras - Université Mohamed Chérif Messaadia de Souk-Ahras.
- **Ahmed Behalil S, et Bares M., (2012).** Contribution à l'étude de la qualité bactériologique de l'eau des plages de la région de Skikda, Mémoire de Master, Université Skikda. 5 p.
- **Alioui A, rabai B et rebahi G., (2015).** La recherche des cyanobactéries dans les retenues collinaires de la Wilaya de Guelma, mémoire de master, université 8 mai 1945, Guelma.26 p.
- **Alloune M et al., (2013).** Contrôle de qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de la région de Bordj Bou Arreridj, Mémoire de Master. 4-7-8-10 p.
- **Amirat A et al., (2017).** Etude de la qualité bactériologique de l'eau de citerne vendue dans la ville d'Ouargla, Mémoire de Master, Université Ouargla. 6-9-10 p.
- **Amiri F et Bouallag W., (2014).** Etude bactériologique de l'eau de la retenue collinaire "Hadjar Gafta" de la commune Nechmaya wilaya de Guelma, mémoire de master, université 8 mai 1945, Guelma.24 p.
- **Ayachi, I., Yamoun N., (2019).** Mémoire de Master : Contribution à l'étude et à l'évaluation de la qualité bactériologique des eaux de puits et de sources de la Wilaya de Constantine. Mémoire de master. Université des Frères Mentouri Constantine.1-6-7-22-44p
- **Ayed, W., (2016).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'El-Harrouche (Skikda), Thèse de d'doctorat Skikda. 156 p.

B

- **Benaouira F., (2017).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées épurées destinées à l'irrigation. Mémoire du Master en Sciences du Sol et Environnement, Université Mohamed Boudiaf – Msila.64 p.
- **Bengarnia B., (2016).** Contribution à l'étude et l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la région d'oued Es-Saoura cas de Béni-Abbès, Ougarta et Zeghamra, thèse doctorat université Ahmed Ben Bella Oran. 4-6-7-133-43- 48- 85-87 p.
- **Bouchreit A Hakimi H., (2016).** Mémoire de master : Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de barrage Hammam Debagh Guelma, p21-26-60.
- **Brémond, R., Vuichard, R., 1973.** Les paramètres de la qualité de l'eau. Ed. La documentation française, Paris, France, 173p.

C

- **Chekirou, H, Chekirou S., Ourdjini A., (2017).** Contribution à l'étude physico-chimique et bactériologique et l'origine de la pollution fécale au niveau de l'amont d'oued Seybouse, Mémoire de Master, Université Guelma. 3-7-8-31-44 p.
- **Chibani S, 2009.** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de surface et souterraine de la région de Ain Makhoulf wilaya de Guelma. Mémoire de Master université 8 mai 1945, Guelma.82-96 p.
- **Chigeur M., (2013).** La qualité microbiologique des eaux à l'hôpital Ibn Sina de rabat, thèse doctorat université Mohamed V–Souissi faculté de médecine et de pharmacie 2013, Rabat .46-47 p.

D

- **Derghoum N, Foughali Atti N, Messakher D., (2021),** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de source de la wilaya de Guelma, Mémoire de Master, Université 8 mai 1945.11-13 -37p.
- **Djebbar Imane et Chitti Thileli., (2021).** Etude de la qualité bactériologique et Parasitologique des eaux de consommation des forages de Boukhalfa (Tizi-Ouzou), mémoire de master université Mouloud Mammeri Tizi ousou.33-36-40 p.

G

- **Gueroui Yacine (2015)**. Thèse de doctorat : Caractérisation Hydro-chimique et Bactériologique des Eaux Souterraines de L'aquifère Superficiel de la Plaine de Tamlouka Guelma (Nord-Est Algérien). 3 p.

H

- **Hadji F Boucceredj I., (2020)**. Analyse physico-chimique et microbiologique de l'eau. Mémoire de Master, Université Guelma.12-19 p.

K

- **Khoumeri M, Berrouane N et Boudjebba., (2018)**. Impact des rejets de STEP de la ville de tizi Ouzou sur la qualité biologique des eaux de consommation : cas des forages de Boukhalfa, mémoire de master université de Mouloud Mammeri Tizi Ouzou. 22-41 p.

M

- **Maradi S., (2015)**. Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de quelques zones humides de l'éco-complexe de Guerbes-Sanhadja (Wilaya de Skikda, Nord–Est algérien), mémoire de master université 8 mai 1945, Guelma. 50-54p.
- **Mizi Abdelkade. (2006)**. Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de Bejaia et valorisation de déchets oléicoles. Thèse de doctorat d'état, université d'Annaba, Algérie. 26-27 p.

O

- **OMS (2000)**. Directives de qualité pour l'eau de boisson ; volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2ème édition, 1050 p.
- **OMS (Organisation mondiale de la Santé) (2017)**, 4eme éd. Intégrant le premier additif [Guidelines for drinking-water quality: 4th ed. incorporating first addendum]. Genève. 4-5 p.
- **OMS (Organisation mondiale de la Santé) (2017)**. 4eme éd. Intégrant le premier additif [Guidelines for drinking-water quality: 4th ed. incorporating first addendum]. Genève.4-5 p.

- **Oughidni S et al., (2015).** Contribution à l'étude physico-chimique et bactériologique de l'eau des zones humides urbaines de la wilaya d'Annaba : Cas du marais de Boussedra, Mémoire de Master, Université Guelma. 10 p.

R

- **Ramade, F., 1993.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Science Internationale, Paris, France, 822p.
- **Razkallah Z, Abdi S et Zerari A., (2013).** Etude de la qualité bactériologique des eaux de quelques zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja (Wilaya de Skikda). Mémoire de master université 8 mai 1945, Guelma.49-51 p.
- **Reggam Asma., (2015).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux d'Oued Seybouse Guelma, thèse de doctorat université 8 mai 1945, Guelma.36 p.
- **Rodier J., (2005).** L'analyse de l'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer .8^{ème} Edition. Dunod. 1383-1384 p.
- **Rodier J., Legube B., Marlet N., et coll. (2009).** L'Analyse de l'eau. 9^{ème} édition. Dunod. Paris. 1579 p.
- **Rodier, J., 1984.** L'analyse de l'eau. Dunod, Paris, France, 1365p.
- **Rodier, J., 2009.** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9eme édition, Dunod, Paris, France, 1600p.

S

- **Sari H., (2014).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source Attar, mémoire de master université de Tlemcen. 1p.

 **Webographie**

[1] <https://www.france-libertes.org/fr/le-cycle-de-leau>

[2] <https://education.toutcomment.com/article/schema-du-cycle-de-l-eau-resume-15011.html>

[3] Un traitement simple de l'eau, (chloration, Javel) supprime le risque de contamination. Olivier Rogeaux Médecine Interne Infectiologie, (3 juin 2005) : centre hospitalier de Chambéry 73011\ Infection@ch-chambery.fr

Annexes

Annexe➤ **Milieu BCPL : Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol****Formule :**

(Pouvant être ajustée de façon à obtenir des performances optimales)

Pour 1 litre de milieu :

- Tryptone.....	5,0 g
- Extrait de viande	3,0 g
- Lactose	5,0 g
- Pourpre de bromocrésol.....	25,0 mg

pH du milieu prêt-à-l 'emploi à 25°C : 6,7 ± 0,2.

➤ **Milieu de Rothe :**

Formule :

Pour 1 litre de milieu :

Polypeptone	20,0 g
Glucose	5,0 g
Chlorure de sodium.....	5,0 g
Phosphate monopotassique.....	2,7 g
Phosphate dipotassique.....	2,7 g
Azide de sodium.....	0,2 g

pH du milieu prêt-à-l 'emploi à 25°C : 6,8 ± 0,2.

➤ **Milieu LITSKY (EVA BROTH) :**

Peptone	20,0 g
Glucose	5,0 g
Azide	0,2 g
Éthyle-violet	0,5 g
NaCl	5,0 g
Hydrogénophosphate de potassium	2,7 g
Dihydrogénophosphate de potassium	2,7 g

pH= 6,8

➤ **Gélose viande-foie :**

Pour 1 L de milieu viande foie préparé en tube :

Base viande foie.....	30,0 g
Glucose.....	2,0 g
Agar.....	6,0 g

pH = 7,4

Résumé

L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle pour de multiples usages. Son utilisation à des fins alimentaires nécessite une excellente qualité microbiologique et parasitaire. La pollution des eaux est une notion qui est en constante évolution. Elle constitue aujourd'hui une véritable menace pour l'environnement et bien sûr pour la santé de l'homme. La retenue collinaire d'Oued El Nakhla au niveau de la commune de Nechmaya wilaya de Guelma représente un réservoir de biodiversité faunistique et floristique et aussi sert à des utilisations humaines (l'irrigation) qui nécessite une excellente qualité microbiologique. Le présent travail a pour objectif d'étudier la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de ce site. Des analyses ont été effectuées sur l'échantillon durant la période de Février 2022 à Mars 2022 en recherchant les : Germes totaux, Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux et Clostridium sulfitoréducteurs. Les résultats des analyses effectuées ont fait que ces eaux sont de qualité bactériologique moyenne du moment qu'elles contiennent un taux de germes totaux considérable à 37°C et 22°C. L'analyse montre la présence de pollution bactériologique. Cette dernière constitue un danger non négligeable pour la santé des populations consommatrices de ces eaux, qui ne sont pas totalement propre à la consommation humaine.

Mots clés : Paramètres physicochimiques ; Bactérie fécale ; Pollution de l'eau ; Germes totaux ; Coliformes fécaux ; Oued El Nakhla.

Water is a precious and essential natural resource for many uses. It requires an excellent microbiological and parasitic quality. Water pollution is a concept that is constantly evolving. It constitutes today a real threat to the environment and of course to human health. The Oued El Nakhla reservoir in the commune of Nechmaya wilaya of Guelma represents a reservoir of faunistic and floristic biodiversity and is also used for human purposes (irrigation) which requires an excellent microbiological quality. The objective of this work is to study the microbiological and physicochemical quality of the water at this site. Analyses were carried out on the sample during the period from February 2022 to March 2022 looking for: Total germs, Total Coliforms, Faecal Coliforms, Faecal Streptococci and Sulphite reducing Clostridiums. The results of the analyses carried out have shown that the water is of average bacteriological quality as it contains a considerable rate of total germs at 37°C and 22°C. The analysis shows the presence of bacteriological pollution. This last one constitutes a not negligible danger for the health of the populations consuming these waters, which are not completely clean for human consumption.

Key words: Physicochemical parameters; fecal bacteria; Water pollution; Total germs; fecal coliforms; Oued El Nakhla.

الماء مورد طبيعي ثمين وضروري لاستخدامات متعددة، يتطلب الاستخدام للأغراض الغذائية جودة ميكروبيولوجية وطفيلية ممتازة. تلوث المياه هو مفهوم دائم التطور. اليوم يشكل تهديد حقيقي للبيئة وبالطبع لصحة الإنسان. خزان تل واد النخلة على مستوى بلدية النشمايه بولاية قالمة يعتبر خزاناً للتنوع البيولوجي للحيوانات والنباتات وكذا في الاستخدامات البشرية (الري). يهدف العمل الحالي إلى دراسة الجودة الميكروبيولوجية، الفيزيائية والكيميائية للمياه من هذا الموقع. تم إجراء التحليلات على العينة خلال فترة شهر فبراير 2022 إلى مارس 2022 من خلال البحث عن: مجموع الجراثيم، إجمالي القولونيات، القولونيات البرازية، العقديات البرازية والمطثيات المقلصة للكيريتات. وقد أظهرت نتائج التحليلات التي أجريت أن هذه المياه ذات جودة جرثومية متوسطة طالما أنها تحتوي على عدد كبير من الجراثيم عند 37 درجة مئوية و22 درجة مئوية. يظهر التحليل وجود تلوث جرثومي، هذا الأخير يشكل خطراً لا يستهان به لصحة السكان الذين يستهلكون هذه المياه، وهي ليست مناسبة تماماً للاستهلاك البشري.

الكلمات المفتاحية: التحاليل الفيزيائية والكيميائية، بكتيريا برازية، تلوث المياه؛ مجموع الجراثيم القولونيات البرازية وادي النخلة.