



Mémoire MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Protection des écosystèmes

Présenté par : **MERAH SARA** et **MERAH RADJAA**

Thème

Etude de la qualité microbiologique des eaux de Barrage de Babar

Devant le jury :

Président :	LARBAA Rabah	.MCB	Université de Khenchela
Encadreur :	HALASSI Ismahan	.MCA	Université de Khenchela
Examineur :	YAKHLEF Wahiba	.MCB	Université de Khenchela

Année 2021/2022

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents à qui je dois tout ce que je suis,

Je les remercie pour leurs encouragements, aides et les

Sacrifices qu'ils ont fait pour moi.

A ma très chère mère, 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 depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

A mon très cher père, aucune dédicace ne pourra exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

A mes frères et sœurs : Anouar, Abd EL Rahim, Maroua, Gada, Maya.

A mes chère(s) ami (e)s : Ayuob, Maroua, Radhoine, Sara .

A tous ceux qui m'aiment.

A tous les personnes que j'aime.

RADJAA

Dédicace

*Mon père bahi, ma mère : Akila, pour leurs : patience, conseils, aide
encouragement à la réalisation de ce modeste travail.*

« Je vous remercie, mes parents »

Mes frères: Toufik, Salim, Nassim

*Tous mes amis, merci pour vos conseils et vos encouragements Bonne chance à
tous.*

Sara et Tous les Ingénieurs de laboratoire

Biologie qui nous ont encouragé et aidé à la réalisation de ce mémoire.

Merci.

Merci mon binôme : rajaa

*À mes amies : Maroua, Hanane, maryame avec qui j'ai partagé les
meilleures moments*

À toute la promotion de protection des écosystèmes.

SARAA

Remerciement

Avant tout , nous remercions Allah tout puissant qu'il nous a guidé tout au long de nos vies , qu'il nous a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles ,qu'il nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui .

Tout d'abord, nos sincères remerciements et respects vont à notre encadreur Mme HALASSI Ismahan. Nous la remercions de tout cœur pour sa patience et sa confiance qu'elle nous a toujours accordée durant notre travail.

Nous la remercions également pour sa disponibilité sans faille, des précieux conseils et ses encouragements qui nous ont aidées durant notre travail, de nous avoir assisté en mettant à notre disposition tous les moyens et les ressources nécessaires à la réalisation de ce travail.

Nous tenons également à remercier le président de jury Mr LARBAË Rabah pour l'intérêt qu'il a porté à notre travail en acceptant de présider ce jury.

On remercie Mme YAKHLEF Wahiba, Pour le grand honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'examiner ce travail et de l'enrichir par ses propositions.

Nous tenons à remercier l'ensemble du personnel de laboratoire de l'Algérienne Des Eaux et tout le personnel de laboratoire d'EL HAMMA.

Nous tenons à remercier Monsieur ELAFRI Ali pour son aide.

Enfin, nous remercions tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

Résumés

Résumé

Le barrage de Babar a été construit sur Oued El Arab qui est situé dans le Sud-est de l'Algérie (**Gaagai, 2009**). Les eaux de barrage sont exposées quotidiennement à la variation de leur qualité à cause de plusieurs facteurs, essentiellement les facteurs climatologiques et humains.

Une eau potable est une eau consommable sans risque pour la santé. Elle est dotée de caractéristiques microbiennes, chimiques et physiques répondant à des directives et à des normes fixées par l'OMS. Le but de ce travail est de prélever l'eau brute du barrage pour évaluer sa qualité microbiologique en se basant sur le dénombrement des indicateurs (germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux et les Clostridium sulfite-réducteurs) et des mesures in situ des paramètres physico-chimique (Température, PH, CE est Oxygène dissous).

A travers cette étude, nous pouvons dire que l'eau du barrage de Babar est caractérisée par un PH alcalin, une température moyenne, une conductivité qui ne pas dépassent les normes algériennes et celles de l'OMS. En ce qui concerne la qualité microbiologique, les eaux de barrage analysées présentent une contamination bactériologique d'origine fécale dangereuse pour la santé humaine.

Mots clés : barrage, qualité, indicateurs, physico-chimique, bactériologique.

Abstract

The Babar dam was built on Oued El Arab which is located in the south-east of Algeria (**Gaagai, 2009**). The water of the dams is exposed daily to variations in their quality due to several factors, mainly climatological and human factors.

Drinking water is water that can be consumed without risk to health. It has microbial, chemical and physical characteristics that meet the guidelines and standards fixed by the WHO. The purpose of this work is to sample raw water from the dam to assess its microbiological quality based on the counting of indicators (total germs, total and faecal coliforms, faecal streptococci and sulphite-reducing Clostridium) and in situ physico-chemical parameters (Temperature, PH, EC and dissolved Oxygen).

Through this study, we can say that the water of the Babar dam is characterized by an alkaline PH, an average temperature, a conductivity which does not exceed the Algerian standards and those of the WHO. With regard to microbiological quality, the dam waters analyzed show bacteriological contamination of faecal origin that is dangerous for human health.

Keywords: dam, quality, indicators, physico-chemical, bacteriological.

الملخص

تم بناء سد بابار على واد العرب الواقع جنوب شرق الجزائر. يتعرض السد بشكل يومي لتغيرات في جودتها نتيجة لعدة عوامل المناخية والبشرية.

الماء الصالح للشرب هو الماء الذي يمكن تناوله دون التعرض لخطر صحي. له خصائص جرثومية وكيميائية وفيزيائية تلبى الإرشادات والمعايير التي وضعتها منظمة الصحة العالمية. الغرض من هذا العمل هو أخذ عينات من المياه الخام من السد لتقييم جودتها الميكروبيولوجية بناءً على إحصاء المؤشرات (الجراثيم الكلية، القولونيات الكلية والبرازية، العقديات البرازية والمطثيات المفصلة للكبريتات) والقياسات في الموقع للعوامل الفيزيائية والكيميائية (درجة الحرارة، بدرجة حموضة، الناقلية للكهرباء والأكسجين المذاب).

من خلال هذه الدراسة يمكننا القول أن مياه سد بابار تتميز بدرجة حموضة قلوية، درجة حرارة متوسطة، ناقلية لا تتعدى المعايير الجزائرية وتلك الخاصة بمنظمة الصحة العالمية. فيما يتعلق بالجودة الميكروبيولوجية، أظهرت مياه السد التي تم تحليلها تلوثاً جرثومياً من أصل برازي يشكل خطورة على صحة الإنسان.

كلمات مفتاحية السد، الجودة، المؤشرات. فيزيو كيميائية. البكتيريا

Sommaire

Dédicace

Remerciement

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

Chapitre 01 : Généralités sur l'eau

1. Définition	3
2. Origine des eaux	3
2.1. Les eaux souterraines	3
2.2. Les eaux de surface	4
2.2. Les eaux de barge	5
3. Pollution de l'eau	5
3.1. Origine de la pollution	6
3.1.1. L'industrie	6
3.1.2. L'agriculture	6
3.1.3. Pollution domestique	6
3.1.4. Pollution par les eaux pluviales	6
3.1.5. Pollution d'origine naturelle	6
3.1.6. La pollution par les substances associées au traitement de l'eau	6
3.2. Type de pollution	7
3.2.1. Pollution physique	7
3.2.2. Pollution chimique	8
3.2.3. Pollution biologique	8
4. L'analyse de l'eau	8
4.1. L'analyse physico-chimique	9
4.1.1. Qualité organoleptiques	9
4.1.1.1. Couleur	9
4.1.1.2. Saveur et l'odeur	10
4.1.1.3. Turbidité	10
4.1.2. Qualité physique	10
4.1.2.1. Température	10
4.1.2.2. Conductivité électrique	11
4.1.2.3. Matière en suspension	11
4.1.3. Qualité chimiques	11
4.1.3.1. Oxygène dissous	10
4.1.3.2. Salinité	11
4.1.3.3. PH	12
4.2. L'analyse microbiologique	13
4.2.1 Les micro-organismes dans l'eau	14
4.2.1.1. Les bactéries	14
4.2.1.1.1. Les bactéries indicatrices de contamination fécale	14
• Les coliformes totaux	14
• Les coliformes fécaux (thermotolérants)	14
• <i>Escherichia coli</i>	15

• Les streptocoques fécaux	15
• Clostridium sulfite-réducteurs (ASR)	15
4.2.1.1.2. Les bactérie spécifiques	16
4.2.1.1.1. Les Salmonelles	16
4.2.1.2. Les virus	16
4.2.1.3 Les parasites	16
4.2.1.3.1. Les protozoaires	16
4.2.1.4. Les algues	17
4.2.1.5 les mycètes	17

Chapitre 02 : Matériel et Méthodes

1. Présentation générale de wilaya de kenchela	18
1.1. Situation géographique	18
1.2. Situation administrative de wilaya de kenchela	19
1.3. Localisation géographique et limites de la zone d'étude	21
1.3.1. Caractéristique du barrage de Babar	21
1.3.2. Géologie	22
1.3.3. Climatologie	22
1.3.3.1. Indice climatique de Martonne	22
1.3.3.2. Quotient pluviothermique d'Emberger 1932	24
1.3.3.3. Diagrammes Ombrothermique BAGNOULS ET GAUSSEN	25
2. Analyse des eaux de barrage	25
2.1. Prélèvement des échantillons d'eau	26
2.1.1. Transport et conservation	26
2.2. Paramètres physico-chimiques	27
2.2.1. Mesures in situ	27
2.3. Les analyses microbiologiques	28
2.3.1 Dénombrement des germes totaux	28
2.3.2. Recherche des coliformes totaux et fécaux	28
2.3.2.1. Méthode de dénombrement de nombre le plus probable NPP	28
2.3.2.2. Technique en milieu liquide sur BCPL	29
2.3.3. Recherche de streptocoques fécaux	31
2.3.4. Recherche des salmonelles	33
2.3.5. Recherche des clostridium Sulfite-Réducteurs	34
2.3.6. Recherche des staphylocoques pathogènes	35
2.3.7. Recherche et dénombrement des levures et moisissures	36
2.3.8. La coloration de Gram	36
2.3.9. Galeries d'API20E	37

Chapitre 03 : Résultats et discussion

1. Les paramètres physicochimiques	40
1.1. Le potentiel d'Hydrogène pH	40
1.2. Température	41
1.3. La conductivité électrique CE	42
1.4. Les nitrates NO ₃	43
1.5. Oxygène dissous	44
2. Les analyses microbiologiques	45
2.1. Dénombrement de flore totale	45
2.2. Dénombrement des coliformes totaux	46
2.3. Dénombrement des coliformes fécaux (thermo tolérants)	48

2.4. Dénombrement des Streptocoque fécaux	49
2.5. Dénombrement des Streptocoques D (entérocoques D)	50
2.6. Dénombrement des clostridies sulfite-réducteurs	51
2.7. Résultats de la recherche de germes pathogènes	52
2.7.1. Aspect macroscopique et coloration de Gram	52
2.7.2. Identification Biochimique	55
2.7.2.1. Test Catalase	55
2.7.2.2. Test d'oxydase	55
2.7.3. Identification des germes par API20E	55
3. Discussion	57
Conclusion	59
Références bibliographiques	60
Annexes	

Liste de tableaux

Tableaux	Titre	Page
Tableau 01	Principales caractéristiques des eaux de surface et eaux souterraines	4
Tableau 02	Principaux types de pollution des eaux	7
Tableau 03	Normes Algeriennes de la qualité physicochimique des eaux de boisson	12
Tableau 04	Normes OMS et JORA de la qualité microbiologique des eaux de boisson.	13
Tableau 05	Organisation administrative de la wilaya de Khenchela	20
Tableau 06	Fiche technique de barrage Barbare	21
Tableau 07	Les températures et les précipitations moyennes annuelles de la wilaya de Khenchela durant la période 2012/2021	22
Tableau 08	Classification climatique selon l'indice climatique de Martonne 1926	23
Tableau 09	Caractéristiques des points et de période de prélèvement.	27
Tableau 10	Résultats de PH de l'eau analysé	40
Tableau 11	Résultats de la température de l'eau analysé	41
Tableau 12	Résultats de la conductivité électrique de l'eau analysée	42
Tableau 13	Résultats des Nitrates de l'eau analysée	43
Tableau 14	Résultats des Oxygène dissous de l'eau analysée	44
Tableau 15	Dénombrement de la flore mésophile totale	45
Tableau 16	Dénombrement des coliformes totaux	47
Tableau 17	Dénombrement des coliformes fécaux	48
Tableau 18	Dénombrement des Streptocoque fécaux	49
Tableau 19	Dénombrement des Streptocoque D	50
Tableau 20	Dénombrement des clostridies sulfito-réducteurs	51
Tableau 21	Aspect macroscopique des colonies.	52

Liste des figures

Figure	Titre	page
Figure 01	Carte géographique de la wilaya de Khenchela	19
Figure 02	Carte administrative de la wilaya de Khenchela	20
Figure 03	Abaque de l'indice de de Martonne durant la période 2012/2021	23
Figure 04	Climagramme d'Emberger de la wilaya de Khenchela durant la période 2012/2021	24
Figure 05	Diagramme Ombro-thermique de Khenchela 2012/2021	25
Figure 06	Les flacons de prélèvement	26
Figure 07	Un multi paramètre Pro DSS	27
Figure 08	Milieu BCPL	29
Figure 9	Recherche des coliformes totaux et fécaux	31
Figure 10	Recherche des streptocoques fécaux	32
Figure 11	Recherche des salmonelles	33
Figure 12	Recherche Clostridium sulfito-réducteurs	34
Figure 13	Recherche de staphylocoques aureus	35
Figure 14	La galerie API20E	37
Figure 15	Les réactifs de l'API20E	38
Figure 16	Fiche de résultats de la galerie API20E.	39
Figure 17	Les valeurs de pH de barrage Babar	41
Figure 18	Les valeurs de température de barrage Babar	42
Figure 19	Les valeurs de Conductivité des eaux de barrage Babar	43
Figure 20	Les teneurs en Nitrate des eaux de barrage Babar	44
Figure 21	Les teneurs en Oxygène dissout des eaux de barrage Babar	45
Figure 22	Les Résultats de dénombrement de la flore sur milieu GN	46
Figure 23	(A) et (B) (C) Dénombrement des coliformes totaux	47
Figure 24	(A) (B) (C) Dénombrement des coliformes fécaux	48
Figure 25	Dénombrement des Streptocoque fécaux	50
Figure 26	Dénombrement des Streptocoque D	51
Figure 27	Résultats des <i>Clostridium sulfito-réductrices</i>	52
Figure 28	Aspect microscopique des colonies isolées	54
Figure 29	Résultats de test de catalase +	55
Figure 30	Les Résultats de test d'oxydase +	55
Figure 31	API20E de <i>Pseudomonas fluorescens</i>	56
Figure 32	API20E d' <i>Aeromonas hydrophila</i>	56
Figure 33	API20E de <i>Salmonella spp (Ind -)</i>	56

Liste des abréviations

% : Pourcentage.

°C : Degré Celsius

µS/cm : Micro-siemens par centimètre

ASR : Anaérobies Sulfito-Réducteur

BCPL : Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol

CE : Conductivité électrique

CF : Coliforme fécaux

Cm : Centimètre

CO₂ : Dioxyde de carbones

CT : Coliforme Totaux

D/ C : Double Concentration

E.Coli : Escherichia Coli

H⁺ : Protons

IA: Indice d'aridité

Km² : Kilomètre carré

M₂: La température maximale du mois le plus chaud en en kelvins.

m₂: La température minimale du mois le plus froid en en kelvins.

MES : Matières en suspension

mm : Millimètre.

MTH : Maladies a transmission hydrique

NO₃⁻ : Nitrate

NTU : Unités turbidité néphélométrique

OMS : Organisation Mondial de la Santé.

P : Précipitation

P: Précipitations annuelles moyennes (mm)

PH : Potentiel d'hydrogéné

Q₂ : L'indice d'Emberger

S/C : Simple Concentration

ST : Streptocoque

T : Température

TMH : Trihalométhanes

VF : *Viand de fois*

Introduction

La terre est généralement appelée la planète Bleue car l'eau représente trois quarts de sa surface (**Kherifi et Achi, 2016**). 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, 2016**). C'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques.

La qualité de l'eau est influencée par un large éventail de phénomènes naturels et anthropiques. Différents processus naturels (hydrologiques, physiques, chimiques et biologiques) peuvent nuire aux caractéristiques des éléments et des composés chimiques de l'eau douce. De plus, plusieurs impacts anthropiques peuvent dégrader la qualité de l'eau comme l'activité industrielle, l'usage agricole.

L'Algérie dispose d'une grande capacité de réception avec seize grands bassins versants, comme le sous bassin versant d'Oued El Arab qui appartient au bassin de chott Melghir. le barrage de Babar a été construit pour satisfaire la demande en eau de la villes de Babar, Chechar, Ain Djerboua, Bouhmama, et Tamza, de même que pour l'irrigation en aval du barrage (**Gaagai, 2009**).

Le contrôle de la qualité de l'eau joue un rôle important dans la santé publique car celle-ci est susceptible d'être exposée à des altérations catastrophiques qui peuvent provoquer une perturbation générale de tout l'équilibre naturel : sol, l'organisme humain et même sur la santé de toutes les populations des êtres vivants (**Smail, 2011**).

L'objectif de ce travail est de présenter nos observations et interprétations des analyses et des mesures sur terrain, pour essayer d'estimer l'état actuel de la qualité physicochimique et microbiologique des eaux du barrage de Babar. Ce manuscrit sera divisé en deux parties : Une partie bibliographique et une partie expérimentale.

La première partie est une synthèse bibliographique comportera deux chapitres dont le premier sera consacré à des généralités sur les eaux et un deuxième chapitre va décrire les différents paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux.

La deuxième partie expérimentale consacrée à la description de la région d'étude et aux matériel et méthodes utilisées pour l'analyse physico-chimique et microbiologique ainsi que l'interprétation et la discussion des résultats obtenues.

Enfin, nous terminons notre travail par une conclusion générale.

Généralités sur l'eau

1. Définition:

L'eau est un liquide incolore, inodore, sans saveur, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (**Zouage et Belhadj, 2017**). C'est est une substance chimique, sa molécule composée de deux d'hydrogène et d'un Atome d'oxygène, sa formule chimique est H₂O. Les atomes sont liés entre eux par une liaison covalente (**Kallech et Dahmane, 2019**).

L'eau est essentielle à la vie. Aucun être vivant ne sur la planète Terre peut survivre sans elle. Il s'agit d'une condition sine qua non pour la santé humaine et le bien-être ainsi que pour la préservation de l'environnement (**UNDESA, 2015**). Elle est partout présente dans la nature, Apparue il y a 3 à 4 milliards d'années, l'eau est presque aussi ancienne que la Terre. Depuis, son volume est resté globalement stable. En effet, c'est toujours la même eau qui circule et se transforme en permanence dans l'atmosphère, à la surface et dans le sous-sol de la Terre : c'est le cycle de l'eau. Appelé aussi le cycle hydrologique, est un concept qui englobe les phénomènes du mouvement et du renouvellement des eaux sur la terre mettant en jeu l'évaporation, la précipitation et le ruissellement pour le cycle externe de l'eau, ceci par opposition au cycle interne de l'eau, qui correspond à l'infiltration et la percolation de l'eau dans les pores et les fractures du manteau terrestre.

Pendant longtemps, on pensait cette ressource (« l'or bleu ») renouvelable à l'infini. Or, l'eau est, certes, une ressource renouvelable, mais non inépuisable, ni invulnérable. Elle est de plus en plus menacée par les activités humaines (**Schrivier-Mazzuoli, 2012**).

2. Origine des eaux

Selon le mode de gisement, deux sources principales d'eau : les eaux superficielles (les eaux, de Oued, les lacs, des océans et de mer) et les eaux souterraines (l'eau accumulée dans les nappes)

2.1. Les eaux souterraines

Constituent la plus grande réserve en eaux douces liquide de la planète, environ 8 à 10 millions de Km³, soit entre 98 et 99% du total. On trouve les eaux souterraines sous la plupart des terres émergées du globe. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varie en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Les eaux souterraines sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique (**Raham et Kouloughli, 2017**)

Certaines nappes phréatique trésor profonde ne subissent aucune modification pendant des milliers ou même des millions d'années. Cependant, la plus grande partie des nappes phréatiques se situe à des profondeurs beaucoup moins important et joue un rôle, certes lent, mais constante dans le cycle hydrologique. Les nappes phréatiques revêtent une importance énorme pour l'approvisionnement en eau, Car elle constituants les plus grands réserves d'eau potable dans la plupart des régions du monde (**Bouziანი, 2000**). La nature du terrain sous lequel se trouvent ces eaux est un déterminant de leurs compositions chimiques, cependant elles sont appelées aussi les eaux propres car ils répondent en général aux normes de potabilité. Pourtant, ces eaux sont moins sensibles aux pollutions accidentelles, elles perdent totalement leur pureté originale dans le cas de contamination par des polluants (**Fatmia, 2019**).

2.2. Les eaux de surface

Ce type des eaux englobe toutes les eaux circulantes ou stockées a la surface des continents (rivière, lacs, étangs, barrage,.....). La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversée par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants. Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets jetés dans le milieu aquatique et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. Ceci rend les eaux rarement potables avant traitement (**Mekaoussi, 2014**). Le tableau suivant représente les caractéristiques des eaux de surface par rapport aux eaux souterraines.

Tableau 1. Principales caractéristiques des eaux de surface et eaux souterraines

Caractéristique	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variable suivant saisons	Relativement constante
Turbidité	Variable, parfois élevée	Faible ou nulle (sauf en terrain karstique)
Couleur	Liée surtout aux MES sauf dans les eaux très douces et acides	Liée surtout aux matières en solution (acide humique
Minéralisation globale	Variable en fonction des terrains, des précipitations des rejets...	Sensiblement constante en général nettement plus élevée que dans les eaux surface de la même région
Fer et manganèse dissous	Généralement absents	Généralement présents
Micropolluants	Présents dans les eaux de pays	Généralement absents mais

minéraux et organiques	développés, mais disparaître dans la source	une pollution accidentelle subsiste longtemps
-------------------------------	---	---

(Kallech et Dahmane, 2019)

2.2.1. Les eaux de barrage

Un barrage est étendue d'eau plus ou moins profond, dont la rétention des eaux est due a l'existence d'une contre-pente qui peut se remplir par ruissellement (ou par des apports d'eau de source) et qui ne subit pas l'influence des mers et océans du globe. La composition des eaux tient à la nature géologique des terrains du bassin versante et à celle du fond de la retenue. Elle subi des variations grâce

- Au régime des vents qui modifie la concentration en CO₂
- Aux pluies qui amènent surtout des matières en suspension
- A la température qui réglé le cycle de recirculation de la masse d'eau

La surface des barrages qui est en contact avec l'atmosphère et possède une température sensiblement identique. Les parties les plus profondes sont occupées par de l'eau à une densité supérieure à celle de surface. Cette densité peut atteindre le maximum au fond, pour une température de 4°C, si l'on effectue des mesures de température en fonction de la profondeur, on trouve :

- Une zone où la température décroît faiblement
- Une zone dite de saut thermique ou la température baisse rapidement en quelques mètres,
- Une zone profonde dans laquelle la température décroît plus lentement et atteint 4°C si le barrage est assez profond (Kerfah et Bahloul, 2016).

3. Pollution de l'eau

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement, car l'eau est une interface entre l'air et le sol et elle subit donc les dégradations de ces deux milieux (Bouziani, 2000).

Selon (The Environmental Pollution Panel President's Science Advisory Committee) :
« La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux de l'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'Homme directement ou au travers des ressources agricoles,

en eau ou autres produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède, les possibilités récréatives du milieu ou encore en enlaidissant la nature ».

3.1. Origine de la pollution :

3.1.1. L'industrie

Les activités industrielles rejettent un bon nombre de substances qui vont polluer nos rivières et nos nappes, parfois d'une manière intensive que l'on n'en connaît pas les effets à long terme. Les rejets industriels renferment des produits divers sous forme insoluble ou soluble d'origine minérale et/ou organique, à caractère plus ou moins biodégradable et parfois toxique même à très faible concentration.

3.1.2. L'agriculture

Elle utilise des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures. Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie, les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration.

3.1.3. Pollution domestique

Nos eaux usées urbaines sont constituées de matière organique biodégradable certes mais de grandes consommatrices d'oxygène, de germes pathogènes et de produits chimiques.

3.1.4. Pollution par les eaux pluviales

Il ne faut pas oublier par ailleurs la pollution générée par les eaux pluviales. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles).

3.1.5. Pollution d'origine naturelle

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 (**Illal et Cherfaoui, 2018**).

3.1.6. Pollution par les substances associées au traitement de l'eau

La chloration de l'eau dans le but de la rendre potable est un procédé très répandu et reconnu efficace. Cependant, bien qu'il soit efficace pour contrôler principalement les virus et les bactéries, le chlore, en présence de matières organiques, entraîne la formation de plusieurs sous-produits de chloration (SPC) potentiellement cancérigènes comme par exemple les trihalométhanes (THM). Le sulfate d'aluminium est un produit utilisé pour coaguler les substances contenues dans l'eau. L'eau ainsi traitée présente des concentrations d'aluminium plus élevées que dans l'eau non traitée (**Mekaoussi, 2014**).

3.2. Type de pollution

Les pollutions de l'eau peuvent se présenter sous différentes formes notamment :

Tableau 2: Principaux types de pollution des eaux

Types de pollution	Nature	Sources
Physique		
Pollution thermique	Rejet d'eau chaude	Centrales thermiques
Pollution radioactive	Radio-isotopes	Installations nucléaires
Matière organique		
	Glucides, lipides, protides	Effluents domestiques, agricoles, agro-alimentaires
	Ammoniac, nitrates	Elevages et piscicultures
Chimique		
Fertilisants	Nitrates, phosphates	Agriculture, lessives
Métaux et métalloïdes	Mercure, cadmium, plomb, aluminium, arsenic...	Industries, agriculture, pluies acides, combustion
Pesticides	Insecticides, herbicides, fongicides.	Agriculture, industries
Organochlorés	PCB, solvants	Industries
Composés organiques de synthèse	Nombreuses molécules	Industries
Détergifs	Agents tensio-actifs	Effluents domestiques
Hydrocarbures	Pétrole et dérivés	Industrie pétrolière transports
Microbiologique	Bactéries, champignons, virus,	Effluents urbains et d'élevage

(Amirat et Neciri, 2017).

3.2.1. Pollution physique

La pollution physique représentée par les éléments solides entraînés par l'eau. Ils se subdivisent selon leurs natures grossières. On distingue aussi les matières décantées (plus lourds que l'eau elle-même), les matières flottables MES (plus légères que l'eau elle-même) et les matières non séparables (de même densité que l'eau).

La pollution physique désigne autre type de pollution, telle que la pollution thermique due à la température élevée qui cause une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz, et la pollution radioactive où la radioactivité des eaux naturelles est peut être d'origine naturelle ou artificielle (énergie nucléaire) (**Touati, 2021**).

3.2.2. Pollution chimique :

La pollution chimique eaux résulte de libération de certains substances minérales toxiques dans les cours d'eau, par exemple : les nitrates, les phosphore, l'ammoniac et autres sels, ainsi que ions métalliques ces substances exercent un effet toxiques sur les matières organiques et les rendent plus dangereuses. Les polluants chimiques sont classés à l'heure actuelle en cinq catégories : les substances chimiques dites indésirables, les pesticides, les produits apparentés, les détergents et les colorants et autre élément toxiques (**Bennana, 2012**).

3.2.3. Pollution biologique :

Un grand nombre de micro-organismes peut proliférer dans l'eau qui sert l'habitat naturel ou comme un simple moyen de transport pour ces microorganismes.

L'importance de la pollution de l'eau dépend également des conditions d'hygiène, des populations, mais aussi des caractéristiques écologiques et épidémiologiques. Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient dans l'eau son: les bactéries, les virus, les parasites et les champignons, on parle ainsi de la pollution bactérienne, viral où parasitaire.

L'eau polluée peut contenir de très nombreuses colonies de bactéries pathogènes qui transmettent plusieurs types d'affection dites des maladies à transmission hydrique (MTH). La plupart de ces pathogènes sont d'origine fécal car ils sont plus connus et facile à rechercher et à dénombrer, et leur transmission dite oro-fécale (**Bennana, 2012**).

4. L'analyse de l'eau

D'une façon générale il faut savoir que l'eau est un solvant naturel. Une eau peut être sulfureuse, ferreuse ou calcaire, ce qui change son goût et odeur. Elle peut aussi être polluée

par des résidus industrielle, des pesticides ou des fertilisants. L'analyse des eaux a pour objet de déterminer ses possibilités d'utilisation d'où elle comporte une analyse physico-chimique et une analyse microbiologie.

4.1. L'analyse physico-chimique

L'analyse d'une eau pourra, en fonction des objectifs fixés porter sur quelques paramètres d'intérêt sanitaire, s'il s'agit d'une eau de baignade, ou sur plusieurs dizaines de paramètres, s'il s'agit de définir la qualité d'une masse d'eau au sens de la directive cadre de la communauté européenne ou encore de l'eau produits pour l'alimentation humaine d'une collectivité. Il y a alors un intérêt évidant à regrouper les paramètres descripteurs en ensemble homogène pour permettre une interprétation pertinent des résultats analytique (**Rodier, 2009**). L'analyse physico-chimique fait connaître les emplois auxquels convient une eau donnée, besoins ménagers (eau de cuisson ou de lavage...), besoins industriels (eau de réfrigération ou de fabrication...), elle décèle les eaux risquant d'exercer une action chimique sur les canalisations, elle facilite la mise au point des traitements qui supprimeront les inconvénients révélés.

4.1.1. Qualité organoleptiques :

Les paramètres organoleptiques (couleur odeur, saveur) sont des paramètres de confort qui n'ont généralement pas d'incidence directs sur la santé. Une eau peut être trouble .mais, cette dégradation de la qualité est souvent la cause première d'insatisfaction et de perte de confiance des consommateurs par rapport à l'eau distribuée (**Bordet, 2007**).

4.1.1.1.Couleur :

La couleur d'une eau est un paramètre réglemant pour les eaux destinées à la consommation humaine. La coloration des eaux peut :

- Avoir une origine naturelle (présence de fer et de manganèse dans les eaux profondes, de substances humiques dans les eaux de surface) ;
- Être une des conséquences du phénomène d'eutrophisation (développement excessif d'algues et de plancton) des lacs, étangs, barrages,...etc.
- Avoir une origine industrielle chimique (colorants des tanneries et de l'industrie textile d'impression et teintures).

L'élimination de la couleur s'accompagne également de celles de certaines matières organiques indésirables (précurseurs de composés haloformes). Cette élimination devra alors

être effectuée à l'usine de traitement avant l'entrée de l'eau dans le réseau (**Mekhloufi et Ouanoughi, 2016**).

4.1.1.2. Saveur et l'odeur:

L'odeur d'une eau est généralement un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition en quantité souvent si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse. Le sens olfactif peut seul, dans une certaine mesure, les déceler.

- Toute eau possède une certaine saveur qui lui est propre et qui est due aux sels et aux gaz dissous.
- Si elle renferme une trop grande quantité de chlore, l'eau aura une saveur saumâtre, si elle contient de forte quantité de sels de magnésium, l'eau aura un goût amer (**Mekhloufi et Ouanoughi, 2016**).

4.1.1.3. Turbidité :

La turbidité est un paramètre chimique et organoleptique. Les matières en suspension sont des paramètres physico-chimiques. Selon les situations, les normes sont des limites, référence ou valeur guides.

Une eau turbide est une eau trouble. Cet aspect trouble correspond à la présence de matière en suspension dans l'eau. Les origines sont diverses : pollution des ressources ou corrosion dans les réseaux. Les matières en suspension sont d'origines minérales, organiques et microbiologiques, on y trouve des argiles, limons, sables, microparticules, micro-organismes. Pour la sécurité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à **5NTU** (unités de turbidité néphélométrique) (**Bordet, 2007**).

4.1.2. Qualité physique :

4.1.2.1. Température :

C'est une caractéristiques physiques importante des eaux surface et exerce une influence déterminante sur leur état hydrochimie et biologique, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuel. Elle a un impact sur la proportion d'oxygéné dissous dans l'eau ainsi que sur le degré de minéralisation de l'eau. D'une façon générale la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond (**Mebarki, 2005**).

4.1.2.2. Conductivité électrique :

La conductivité électrique mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions (**Mebarki, 2005**).

4.1.2.3. Matière en suspension :

MES comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. La qualité de matière en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière. Par ailleurs les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matière toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques..) les MES sont exprimées en mg/L (**Debbih et Naili, 2014**).

4.1.3. Qualité chimiques :

La qualité chimique de l'eau est l'ensemble des caractéristiques générales de l'eau et des concentrations des minéraux dissous dans l'eau. Elle dépend des types de matériaux présents dans le sol et du temps de contact de l'eau avec ces matériaux.

4.1.3.1. Oxygène dissous ;

Les concentrations en oxygène dissous constituent, avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique. La teneur en oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/L. Elle varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs telles 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.

Elle dépend aussi de l'origine de l'eau, les eaux superficielles peuvent en contenir des quantités relativement importantes. L'eau saturée d'air à 20°C et sous pression normale contient 9.1 mg/L d'oxygène. L'oxygène dissous dans les eaux de surface provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques.

4.1.3.2. Salinité ;

La salinité représente le contenu en sel dissous d'une eau, il faut se rendre à l'évidence qu'il est impossible de mesurer précisément, de manière simple et globale. La méthode par évaporation et séchage se heurte au problème de la cristallisation de sel hydraté à température

ambiante. A l'instabilité de certains sels à chaud l'hygroscopicité du résidu et à la présence des matières organiques (Aminot et Kérouel, 2004).

4.1.3.3. pH:

Le pH (potentiel d'hydrogène) mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau, mesuré par échelle logarithmique de 0 à 14. Ce paramètre est Influencé par la température, la concentration du dioxyde de carbones dissous (**CO₂**), de l'oxydation et de la concentration des éléments dissous dans l'eau. Généralement les valeurs du pH se situent entre 6 et 8.5 dans les eaux naturelles à une température fixée à 25°C. Le pH diminue en présence des teneurs élevées en matières organique et augmente en période plus chaude lorsque l'évaporation est importante (Debbih et Naili, 2014).

Tableau 3 : Normes Algeriennes de la qualité physicochimique des eaux de boisson.

	Paramètre	Unité	Norme
Paramètres Physico-chimiques en relation avec la structure natural des eaux.	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
	Température	°C	25
	Alcalinité	mg/l en CaCo ₃	500
	Calcium	mg/l en CaCO ₃	200
	Chlorures	mg/l.	500
	Concentration en ions hydrogène	Unite pH	≥6.5 et ≤9
	Conductivité à 20°C	µS/cm	2800
	Dureté	mg/l en CaCo ₃	200
	Potassium	mg/l	12
	Résidu sec	mg/l	1500

(JORA, 2011)

4.2. L'Analyse microbiologie :

Les Analyses microbiologiques sont importantes car la qualité bactériologique d'une eau n'est pas un paramètre stable, mais au contraire sujette à des fluctuations, par pollution accidentelle. Ceci nécessite des contrôles permanents afin de s'assurer du caractère potable de l'eau distribuée en présentant la cause la plus fréquente du non potabilité de l'eau.

Une eau est dite potable ou eau de consommation qui est adaptée et destinée à la consommation humaine soit à la boisson, à la cuisson ou à la préparation d'aliments et à d'autres usages domestiques, quelles que soit leur origine et qu'elles soient fournies par un réseau de distribution, à partir de citernes, en bouteille ou en conteneur, ne présente aucun risque notable pour la santé du consommateur, elle ne doit pas contenir de bactérie, des virus pathogènes ou de parasite constituant un danger pour la santé des personnes. Elle doit être conforme aux limites de qualité sur deux paramètres non pathogènes *Escherichia coli* et entérocoques. Ceux-ci doivent être totalement absents. Il existe aussi des références de qualité pour certaines bactéries (Amirat et Neciri, 2017).

En pratique, le contrôle de la Qualité microbiologique de l'eau repose sur la recherche d'indicateurs dite bactéries témoins de la contamination fécale. Ces germes inoffensifs par eux-mêmes même mais dont la présence est le signe d'une contamination fécale et peut signaler des germes pathogènes plus difficiles à détecter (Rodier, 2009).

Les deux groupes de micro-organismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux, l'objectif visé est l'absence de coliforme dans 100 ml d'eau, mais si cet objectif n'est pas atteint le règlement sur l'eau potable a proposé les limites maximales suivantes :

Tableau 4 : Normes OMS et JORA de la qualité microbiologique des eaux de boisson.

Paramètres bactériologiques	Unités		Recommandation (OMS et JORA)
	Paramètres Microbiologique	Germes totaux	
<i>Escherichia coli</i>		n/100ml	0
Entérocoques		n/100 ml	0
Bactéries sulfitoréductrices		n/20 ml	0

(OMS, 2000 et JORA, 2011)

4.2.1. Les micro-organismes dans l'eau :

Les microorganismes sont aussi appelés microbes et protistes. Ils forment un ensemble d'organismes vivants de taille microscopique (**Bousseboua, 2002**). L'eau destinée à l'alimentation humaine contient une multitude de microorganismes pathogènes, agents d'infections humaines redoutables.

Différents microorganismes (bactéries, virus, parasites) sont susceptibles d'être trouvés dans l'eau. Parmi eux, il existe des micro-organismes pathogènes qui peuvent mettre en danger la santé humaine lors des différents usages (**Amirat et Neciri, 2017**). Les microorganismes que L'on trouve dans L'eau ont des origines très variées : certains peuvent être d'habitat essentiel l'élément hydrique ; La plu part proviennent du sol (entraînés par ruissellement), des végétaux et animaux, vivant ou non dans le milieu aquatique, et enfin de l'homme.

4.2.1.1. Les Bactéries

Les Bactéries sont des organismes unicellulaires simples sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10um (**Charabi, 2016**).

4.2.1.1.1. Les Bactéries indicatrices de contamination fécale :

Ces bactéries ont été choisies parce qu'elles sont présentes en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud qui sont des fréquentes de contamination assez grave, qu'elles sont détectables facilement. Trois indicateurs sont à noter: les coliformes totaux, coliformes fécaux, et les streptocoques fécaux (**Dahel, 2009**).

- **Les coliformes totaux :**

Le terme coliforme est utilisé depuis longtemps par les bactériologistes pour désigner un groupe de bactéries qui peuvent être employées comme indicateurs de contamination fécale. Ce groupe d'indicateur a ce pendant été employé en remplacement *d'E.coli* de la à le nom coliforme, pour évaluer la présence de contamination fécale (**Bengarnia, 2016**).

- **Les coliformes fécaux thermotolérants:**

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont des hôtes spécifiques du tube digestif de l'homme et des animaux homéothermes. Ils sont formés de espèces *Escherichia coli*, *klebsilla pneumoniae*, *citrobacter freudii* et *Entetobacter cloacae*, qui possèdent les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux (**Boussedoua, 2002**). Ce sont

des bâtonnes Gram(-) aérobies et facultativement anaérobies; non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et à 44°C en moins de 24 heures (Mekhloufi et Ouanoughi, 2017).

- ***Escherichia coli*:**

Escherichia coli, autrement appelé colibacille, est une bactérie à gram négatif. C'est un bacille, qui se présente sous la forme de bâtonnets allongés. Son réservoir naturel est l'homme et tous les animaux à sang chaud. Elle fait partie de la flore commensale. Il représente 80% de la flore intestinale aérobie de l'adulte, et on le retrouve aussi au niveau de différentes muqueuses.

Escherichia coli est l'organisme qui répond le mieux aux critères de l'indicateur idéal de la contamination fécale des eaux douces. Il est toujours présent lorsqu'il y a contamination fécale d'origine humaine ou animale. Sa détection indique une contamination fécale de l'eau et donc la présence possible de bactéries, virus ou protozoaires fécaux pathogènes. La présence de pathogènes fécaux dans l'eau dépend de nombreux facteurs ; elle peut être variable et sporadique. L'absence d'*Escherichia coli* ne signifie pas nécessairement qu'il n'existe pas dans l'eau d'autres microorganismes entériques pathogènes (Boumelik, 2014).

- **Les streptocoques fécaux :**

Le terme "*streptocoques fécaux*" désigne les streptocoques généralement présents dans les fèces de l'homme et des animaux. Tous possédant l'antigène du groupe D de Lancefield. Du point de vue taxonomique, ils appartiennent aux genres *Enterococcus* et *Streptococcus*.

Dans les eaux, l'appellation scientifique de «streptocoques du groupe D » n'est pas employée dans la législation européenne et /ou française des eaux. La recherche de ces germes dans plusieurs types d'eaux constitue un paramètre microbiologique dénommé «*streptocoques fécaux* » ou «entérocoques fécaux» ou «entérocoques intestinaux» ou simplement «entérocoques» suivant le type d'eau ; à qui ce paramètre correspond (Delarras, 2010).

- ***Clostridium sulfite-réducteurs (ASR)*:**

Les clostridies sulfite-réducteurs appartiennent à la famille des *Bacillariaceae*, à Gram positif, anaérobie strict, mobile par ciliature péritriche mais parfois immobiles et capsulés leurs *bacilles* subsistent sous forme sporulée lorsque les conditions de vie deviennent défavorables à leur multiplication. Ils se retrouvent dans le sol et dans l'intestin de l'homme et d'autres animaux (Amimer, 2015).

4.2.1.1.2. Les Bactéries spécifiques :

- **Les salmonelles:**

Les salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pathogénicité varient énormément : fièvres typhoïdes, salmonelloses systémique, gastro-entérites, toxi-infections alimentaires.

Les hôtes naturels des salmonelles sont la population humaine, les animaux domestiques, les volailles et le bétail ainsi que les animaux sauvages y compris les oiseaux communs. Humains et animaux peuvent éliminer dans les selles des salmonelles non seulement en cas de maladie mais aussi en tant que porteurs asymptomatiques. Les salmonelles peuvent donc être présentes dans l'eau des égouts agricoles et domestiques, les eaux douces, y compris les eaux potables et les nappes phréatiques, ainsi que l'eau de mer (**Rodier, 2009**).

4.2.1.2. Les virus :

Ils sont tellement petits qu'ils traversent les filtres qui habituellement arrêtent les Bactéries. Ils ne sont visibles qu'au microscope électronique. Les virus sont des parasites intracellulaires obligatoires. Leur taille varie de 10 à 300 nm environ. Afin de survivre, les virus doivent être capables de passer d'un hôte à un autre d'infecter des cellules et de s'y répliquer (**Sablonnière, 2002**).

4.2.1.3. Les parasites

- **Les protozoaires :**

Les protozoaires sont des microorganismes unicellulaires de type eucaryote. De structure cellulaire complexe, les protozoaires sont entourés d'une membrane mais ne possédant pas de paroi cellulaire. Ils ont des formes variées et peuvent être des entités libres ou des parasites-organismes se nourrissant aux dépens d'hôtes vivants qui absorbent ou ingèrent des composés organiques de leur environnement. Les protozoaires se reproduisent soit de façon asexuée, soit de façon sexuée, et certains utilisent les deux modes. Très souvent mobiles au moins à un stade de leur développement, ils se déplacent au moyen de pseudopodes, de flagelles ou de cils (**Nicklin et al, 2000**).

4.2.1.4. Les algues

Les algues sont des eucaryotes de formes très diverses, capables de réaliser la photosynthèse et la reproduction aussi bien sexuée qu'asexuée. Les algues qui intéressent les microbiologistes sont habituellement unicellulaires. Dans bien des cas, leur paroi cellulaire, comme celle des plantes, est composée de cellulose. Les algues se trouvent en abondance dans l'eau douce et d'eau salée dans le sol et association avec des plantes (**Martin, 2003**).

4.2.1.5. Les mycètes

Les mycètes présentent une grande diversité, certains étant unicellulaires (les levures) tandis que la plupart sont pluricellulaires. Tous sont eucaryotes et hétérotrophes, se nourrissant par nécrotrophie (matière organique inerte), biotrophie (parasitisme, comme les mycoses), ou symbiose (comme les lichens). Ils synthétisent des molécules qui ne sont pas retrouvées ailleurs dans le domaine du vivant. Enfin, ils se reproduisent par l'intermédiaire de spores non flagellées (voire uniflagellées), contenues dans des structures spéciales appelées sporophores. Chez les eumycètes, les champignons qui peuvent être cueillis, ce sont les sporophores (formés du pied et du chapeau) qui sont apparents et récoltés.

Les levures sont des cellules souvent rondes et ovales. Elles sont aérobies généralement acidophile et mésophile. Leur taille va de 2 à 3 microns chez certaines espèces de levures. (**Smail, 2011**).

Les levures sont les premiers micro-organismes utilisées par l'homme depuis des millénaires, en particulier dans la fabrication des boissons alcoolisées et de pain par fermentation.

Les levures peuvent être classées selon leur mode de production énergétique, utilisant la respiration ou la fermentation. Il est important de noter que ces processus sont principalement réglés par des facteurs environnementaux (**Belmaziz et Djalal, 2016**). L'isolement des levures peut être pratiqué sur le milieu Sabouraud.

Matériel et Méthodes

1. Présentation générale de la wilaya de Khenchela

1.1. Situation géographique

Située à l'Est du pays, au contrefort des monts des Aurès, la wilaya de Khenchela est limitée :

- Au nord, par la wilaya de d'Oum el Boughi
- Au sud, par la wilaya d'El Oued
- Au l'est, par la wilaya de Tébessa.
- A l'Ouest, ouest par la wilaya de Batna et de Biskra

Son étendue territoriale couvre une superficie totale de 9715 Km²

Sur le plan géographique, la région de Khenchela appartient à l'ensemble naturel des hauts plateaux, un ensemble occupant la partie médiane du territoire national et bien individualisé géographiquement par les deux chaînes montagneuses de l'Atlas, l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud. D'autre part ses spécificités physique, liées à ses caractéristiques géographique, cette wilaya présent une particularité, qui fait d'elle, avec la wilaya de Batna, l'une des wilayas unique dans son genre. En effet, la surrection des Aurès au montagneux du nord, et de ce fait la région de distingue par ses milieux physique et naturel trésor diversifiés et à facettes multiples, alliant entre :

- Paysage tellien, (zone de haute montagne, bien arrosées et bien boisées à paysages verdoyants,) : monts des Aurès occupant la partie ouest de la wilaya
- Paysage de hautes plaines (hautes plainés céréalières semi-aride) pour la partie nord de la wilaya.
- Paysage steppique et sahariens composé : de monts totalement dénudés et érodés (monts de némenchas à l'est), d'oasis (siar, khirane et elleouldja) et de basses plaines (el meitat)

Sur plan démographique, la région de Khenchela abrite une population évaluée aux 2008 à 384148 habitants, ce qui correspond à une densité de peuplement de 40 habitants au km² (**Khabtane, 2014**)

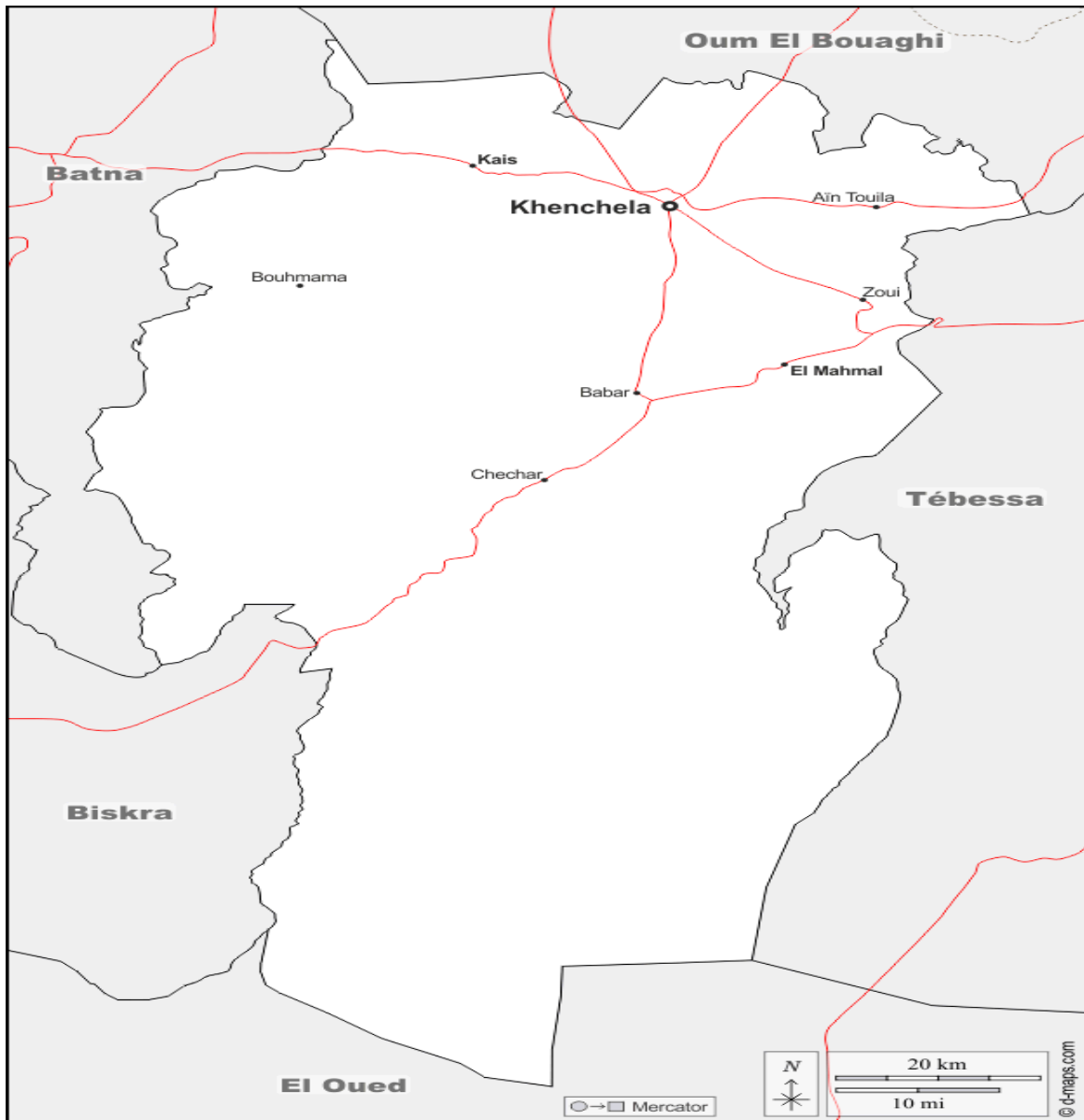


Figure 1 : Carte géographique de la wilaya de Khenchela (Anonyme 01)

1.2.Situation administrative de wilaya de Khenchela

La wilaya de Khenchela est issue de la refonte territoriale de 1984. Actuellement le territoire de wilaya est composé de 21 communes regroupées en huit 08 daïra : Khenchela, el Hamma, Nissaga, Tamza, Baghai , Ouldja , Ouled rachache, Mahmel , Kaïs, Touziant, Remila) (Ouadfel et Mrezkani, 2021).

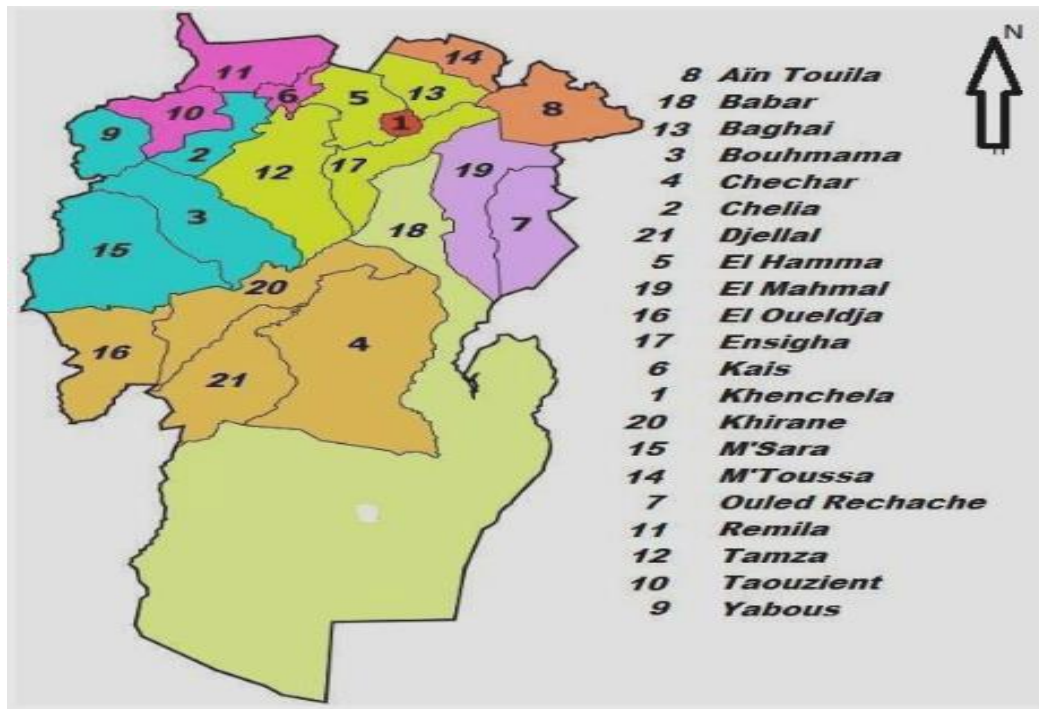


Figure 2 : Carte administrative de la wilaya de Khenchela (Anonyme 02)

Tableau 5 : Organisation administrative de la wilaya de Khenchela

DAIRA	COMMUNE	DAIRA	COMMUNE
Khenchela	Khenchela	Bouhmama	Bouhmama
			Yabous
			Chélia
			M'sara
Kais	Kais	Chechar	Chechar
	Taouziant		Djallal
	Remila		Kheirane
Ain-Touila	Ain-Touila	Ouled Rechache	El Mahmel
	M'toussa		Zoui
El Hamma	El Hamma	Babar	Babar
	N'sigha		
	Baghai		
	Tamza		

(Ouardfel et Mrezkani, 2021).

1.3. Localisation géographique et limites de la zone d'étude

Le barrage de Babar se situe à 28 km du chef lieu de la wilaya de kenchela. Il est destiné à l'irrigation des terres limitrophes et aussi l'alimentation en eau potable des communes avoisinantes. Le barrage a été construit sur Oued El Arab et son bassin versant à une surface de 567km² environ qui fait partie du grand bassin versant de Chott Melghir. Il est délimité par: les montagnes des Aurès dont les principaux sont Dj-Chentgomma et Dj-Aidel au Nord-Ouest. Dj-Tadliste et Dj-Bougendag à l'Est et Sud-Est. La plaine de Khenchela au Nord et au Nord-Est. Entre les deux ensembles physiques des montagnes s'intercale une vaste plaine appelée haute plaine de Djahfa, qui est drainée par des Oueds secondaires (O.Tamagra et O. El Htiba) qui se rejoignent pour former O.El-Arab juste avant le site du barrage (Gaagai, 2009).

1.3.1. Caractéristiques du barrage de Babar

Tableau 6: Fiche technique de barrage Barbare

Coordonnées	Lat. 35° 9'N ; Long. 7°1'E
Type	Terre
Evacuateur de crue	A canal découvert. 1310 m³/s
Vidange de fond	Galerie de vidange. 25m³/s
Prise d'eau	Galerie de vidange. 25m³/s
Hauteur(m)	37
NNR (m NGA)	940,00
Niveau de la crête (m NGA)	943,50
Niveau max (m NGA)	942,50
Longueur en crête	673 m
Largeur en crête	7,5 m
Capacité initiale (hm³)	41
Mise en eau	1995
Capacité actuelle (hm³)	38
Destination	Irrigation

(Ouadfel et Mrezkani, 2021).

1.3.2. Géologie :

Les formations prédominantes sont celle du Quaternaire avec une épaisseur assez limitée; ce qui explique que la zone d'étude a une perméabilité moyenne, mais l'action de l'érosion reste importante sur la majorité de la surface du bassin. Cette action est surtout active sur les fortes pentes dépourvues de végétation (**Gaagai , 2009**).

1.3.3. Climatologie :

Le climat est un facteur important dans la vie et l'évolution d'un écosystème. En raison de son influence prépondérante sur les organismes vivants, c'est la composante directe déterminante de la distribution de ces derniers et le facteur primordial influant l'activité des biocénoses.

La caractérisation du climat est effectuée à partir de mesures statistiques (moyenne, maxima et minima, dispersion) annuelles et mensuelles calculées sur une longue période de temps (30 ans, par convention, pour les météorologistes) sur des données atmosphériques locales : température, pression atmosphérique, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse du vent (**Zouaoui et Hagain, 2021**).

1.3.3.1. Indice climatique de Martonne (1926):

Indice climatique Martonne 1926 ou Indice d'aridité est défini comme le rapport entre la valeur moyenne des précipitations annuelle et la moyenne des températures Annuelle. Ce paramètre se calcule selon la formule suivante :

$$IA = P/T + 10$$

IA: Indice d'aridité

P: précipitations annuelles moyennes (mm)

T: température moyenne annuelle (°C) (**Rouabhi, 2020**).

Tableau 7: Les températures et les précipitations moyennes annuelles de la wilaya de Khenchela durant la période 2012/2021

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T Moy	8.05	8.9	11.65	16.45	21.85	26.8	29.4	28.45	24.2	19.45	13.1	9.35
P Moy	31.3	44.9	57	58.4	64.4	23.9	7.6	27.6	36.2	38.1	34.1	23.9

Ou ; **T**=18°C et **P**= 447,4 mm

Donc l'indice d'aridité de la Wilaya de Khenchela est égal à : **15.97**. C'est valeur exprime **un climat semi-aride**. Les valeurs de l'indice permettent déterminer le climat selon le classement suivant :

Tableau 8: Classification climatique selon l'indice climatique de Martonne 1926

Valeur de IDM	Signification	
<5	Aridité Absolue	Désert sans culture
5 à 10	Désert (Aride)	Désert et Steppe : aucune culture sans irrigation
10 à 20	Semi-aride	Formation herbacées, steppes, Savanes, irrigation nécessaire pour les cultures exigeant de l'humidité
20 à 30	Semi-humide	Prairie naturelle ; irrigation généralement non nécessaire
30 à 40	Humide	Les arbres jouent un rôle de plus en plus grand dans le paysage
> 40	Humide	La forêt est partout la formation climatique, les cultures de céréales tendent à être remplacées par les herbages

(Rouabhi, 2020)

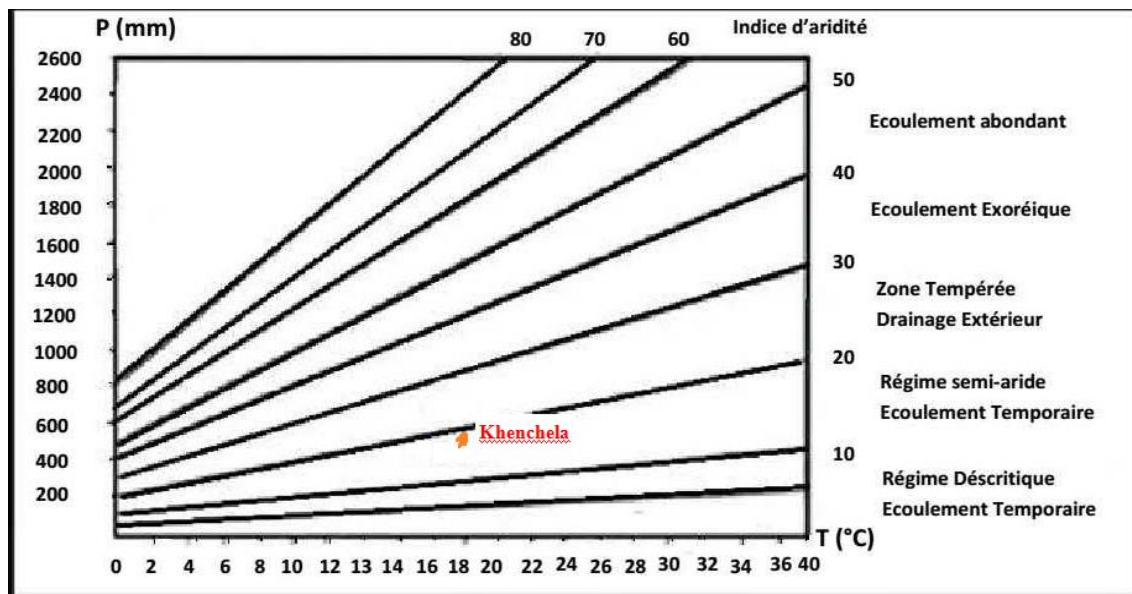


Figure 3: Abaque de l'indice de de Martonne durant la période 2012/2021

1.3.3.2. Quotient pluviothermique d'Emberger (1932):

L'indice d'Emberger (Q2) définit le degré d'humidité du climat. Il est plus particulièrement adapté aux régions méditerranéennes dans lesquelles il permet de distinguer différents étages climatiques. Dans ces régions, Emberger a remarqué que l'amplitude thermique (M-m), donc l'évaporation, est un facteur important de la répartition des végétaux. On sait en effet que, à température moyenne égale, l'évaporation est d'autant plus grande que l'amplitude thermique est élevée. (Rouabhi, 2020). En 1955, Emberger a classé les climats méditerranéens en faisant intervenir deux facteurs essentiels : les précipitations et la température. Le climagramme d'Emberger permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une station donnée. Il est déterminé à partir de la formule: $Q2 = 2000P / M^2 - m^2$, dont :

- P: précipitations annuelles moyennes (mm)
- M: la température maximale du mois le plus chaud en en kelvins.
- m: la température minimale du mois le plus froid en en kelvins.

En appliquant la formule suivante élaborée par Stewart en 1968 pour l'Algérie et le Maroc : $Q2 = 3,43 (P/M-m)$ (Halassi, 2017).

P : 447,4 mm, M : 34+273 m: 4+273 Q2= 51.15

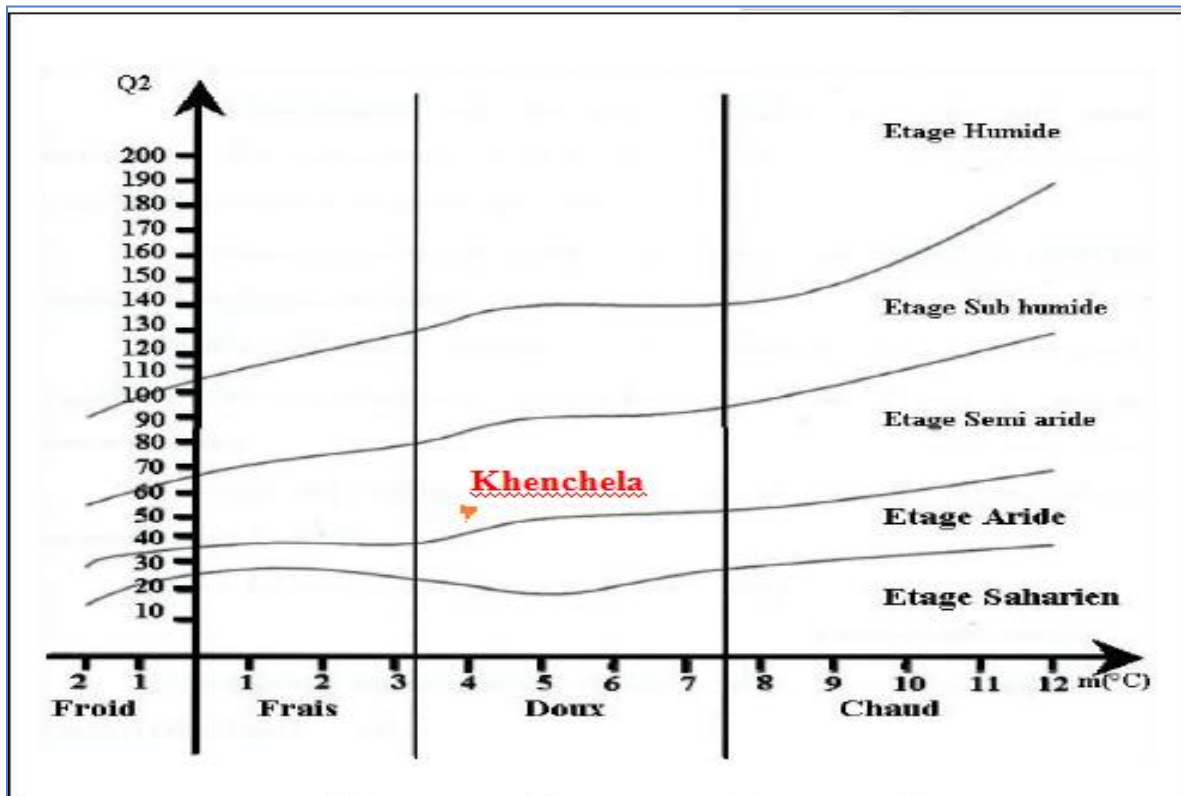


Figure 4: Climagramme d'Emberger de la wilaya de Khenchela durant la période 2012/2021

1.3.3.3. Diagramme ombrothermique BAGNOULS ET GAUSSEN ;

Le diagramme ombrothermique (ou diagramme climatique) est une présentation du climat d'un point de vue naturaliste. Il fait des climats de latitudes moyennes, et plus particulièrement méditerranéens, la référence pour comparer les climats du monde entier. Il a franchi le temps à cause de sa simplicité et de son efficacité. Proposé par **GAUSSEN** et **BAGNOULS**, Le diagramme est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T). Avec $P=2T$ (**Halassi, 2017**).

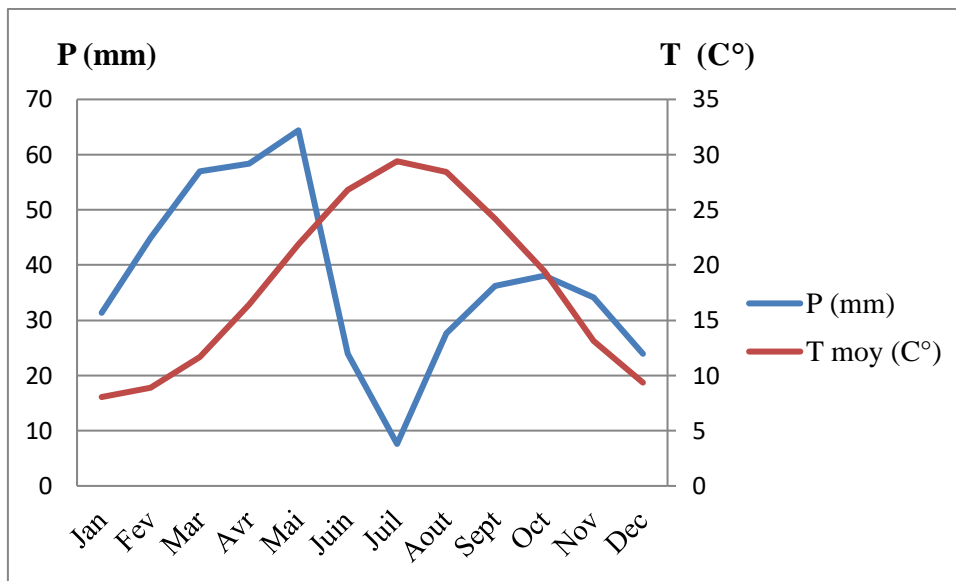


Figure 5: Diagramme Ombro-thermique de la région de Khenchela durant la période 2012/2021

Le digramme Ombro-thermique a permis constater que la région de Khenchela présente une période sèche qui s'étend du mois juin à la fin Octobre et une période humide le reste de l'année.

2. Analyses des eaux de Barrage

L'objectif de cette étude est d'estimer d'abord le degré de contamination microbiologique des eaux de barrage Babar wilaya de khenchela ainsi que l'analyse de quelques de paramètres physico-chimiques permettant de déterminer de la qualité de l'eau du barrage. Dans ce chapitre, nous allons décrire les principales méthodes de dosage et décrire les caractéristiques des différents réactifs et solutions utilisés ainsi que le matériel utilisé.

2.1. Prélèvements des échantillons d'eau :

Le prélèvement d'un échantillon est une opération délicate, à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Pour cela, il doit satisfaire aux conditions ci-dessous :

- Les échantillons doivent être homogènes et représentatifs c'est-à-dire le volume recueilli doit être suffisant pour permettre une analyse précise;
- Les échantillons doivent être recueillis, conservés et expédiés dans des flacons en verre stérilisés adéquats s'il s'agit d'analyse bactériologique ;
- Tous les renseignements utiles sur les échantillons doivent être indiqués et le flacon doit être étiqueté correctement en indiquant la date, lieu et heure de prélèvement pour éviter les erreurs déclaré
- Une glacière dont la température ne dépasse pas les 4°C pour le transport des échantillons dans des conditions favorables (**Riguet, 2019**).

NB : Le prélèvement s'effectue à environ 30 à 40 cm où a mi profondeur si l'hauteur de l'eau est faible, en évitant la remise en suspension des dépôts (**Rodier, 2005**).



Figure 6: Les flacons de prélèvement

2.1.1. Transport et conservation:

La quantité originale en germes des eaux, risque d'avoir des modifications dans le flacon, après le prélèvement. C'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible. La durée du transport ne dépasse pas 01 heure, et la température extérieure et inférieure ou égale à 10°C. Même dans les conditions convenables, l'analyse bactériologique doit débuter dans un délai maximal de 06 heures, après la prise de l'échantillon (**Bengarnia , 2016**).

Tableau 9 : Caractéristiques des points et de période de prélèvement.

Points de prélèvement	caractéristiques	Date de prélèvement
P1	Absence de végétation	17/04/2022
		15/05/2022
P2	Présence de végétation de <i>Phragmites australis</i>	17/04/2022
		15/05/2022

2.2. Les paramètres physico-chimiques de l'eau

2.2.1. Mesures in situ ;

Les mesures in situ concernent les paramètres physico-chimiques suivants : La température, le pH, la conductivité électrique, l'oxygène dissous, les nitrates ont été mesurés sur place à l'aide d'un multi paramètre de la marque **Pro DSS** en plongeant directement le capteur de l'appareil dans l'eau. Ces paramètres sont très sensibles aux conditions de milieu et susceptible de varier dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur site.

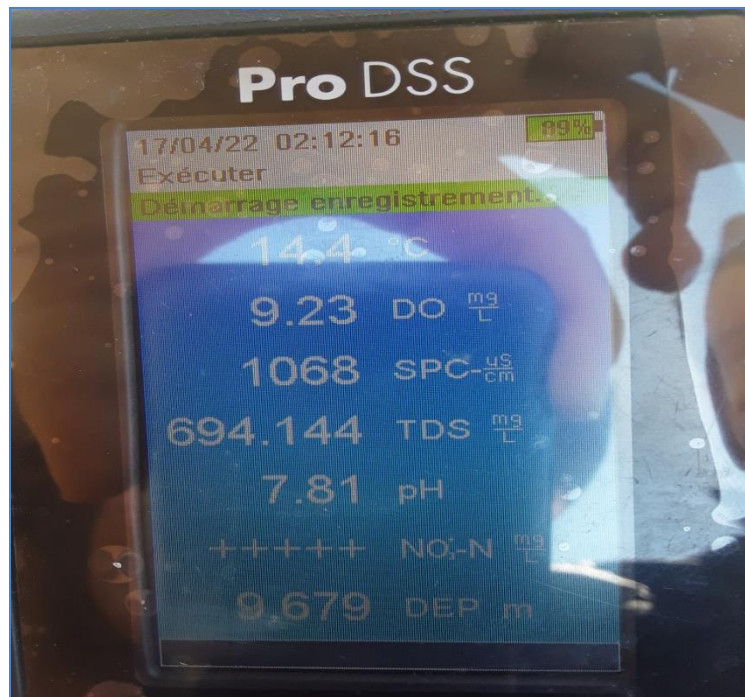


Figure 7 : Un multi-paramètre Pro DSS

2.3. Les analyses microbiologiques :

L'analyse bactériologique d'une eau identifiera le taux de contamination par les bactéries et qui la rende impropre à la consommation. Elle consiste en un dénombrement des bactéries indicatrices d'une contamination d'origine fécale ou en une détection de la présence des bactéries pathogènes en utilisant des méthodes normalisées ou validées de microbiologie classique (**Benyahya et al., 2017**)

2.3.1. Dénombrement des germes totaux :

Après avoir bien agité l'eau échantillonnée, nous avons préparé des dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} ,...) de l'eau du barrage en utilisant l'eau physiologique stérile (0.9‰ Na Cl) puis ensemencé en masse dans la gélose TGEA (Tryptone Glucose Extract Agar) une série de boîtes de pétries est placée à 37°C pendant 48 heures selon les normes internationales **ISO 6222**. La gélose TGEA est utilisée pour le dénombrement de la flore totale et ne présente pas d'exigences particulières.

➤ **Lecture :**

Chaque colonie étant par convention considérée comme ayant été engendrée par un seul microorganisme. Et les résultats sont exprimés en nombre de microorganismes révivables par millilitre.

2.3.2. Recherche des Coliformes totaux et fécaux :

2.3.2.1. Méthode de d'encombrement de nombre le plus probable NPP:

Le dénombrement des coliformes totaux, fécaux et les streptocoques fécaux est effectué suivant la méthode du nombre le plus probable (NPP) de la table de Mac Grady. Cette méthode est une estimation statistique du nombre de micro-organismes supposés distribués dans l'eau de manière aléatoire. Dans ce type de méthode, les bactéries se multiplient librement dans le milieu liquide. En cas de présence, l'ensemble du milieu liquide inoculé vire à la «positivité» (trouble ou virage).

La méthode comporte à inoculer une série de tube avec les dilutions appropriées d'un échantillon d'eau (**Bambou ,2018**).

2.3.2.2. Technique en milieu liquide sur BCPL:

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

- Le test de présomption : réservé à la recherche des coliformes totaux.
- Le test de confirmation : encore appelé test de Mac kenzie et réservé la recherche des coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.



Figure 8 : Milieu BCPL

- **Test de présomptif :**

A partir de l'eau à analyser porté aseptiquement:

- 10ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 1ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.
- 0,1ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches et bien mélanger le milieu, l'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures, seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois:

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de 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).

➤ **Lecture :**

Après incubation, on compte les tubes positifs dans les dilutions successives et on retient le nombre caractéristique constitué par les trois chiffres écrit dans l'ordre des dilutions croissantes en commençant par le nombre correspondant à la plus grande dilution pour laquelle tous les tubes sont positifs.

Ce nombre caractéristique obtenu correspond d'après la table de Mac Crady au nombre de bactéries présentes (NPP) dans le prélèvement correspondant à la plus faible dilution prise en compte.

• **Test confirmation :**

Le test de confirmation ou test de Marc Kenzei est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d' *Escherichia coli*.

A partir des tubes de BCPL positifs, et après l'agitation, on prélève de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu *Schubert* muni d'une cloche.

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu l'incubation se fait à 44°C pendant 24h, seront considérés comme positif ; les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

Lecture :

La lecture se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP.

En tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois producteurs de gaz et d'indole à 44°C. Utilisation d'un seul tube confirmation (dénombrement d'*Escherichia coli*) (**Bara, 2016**).

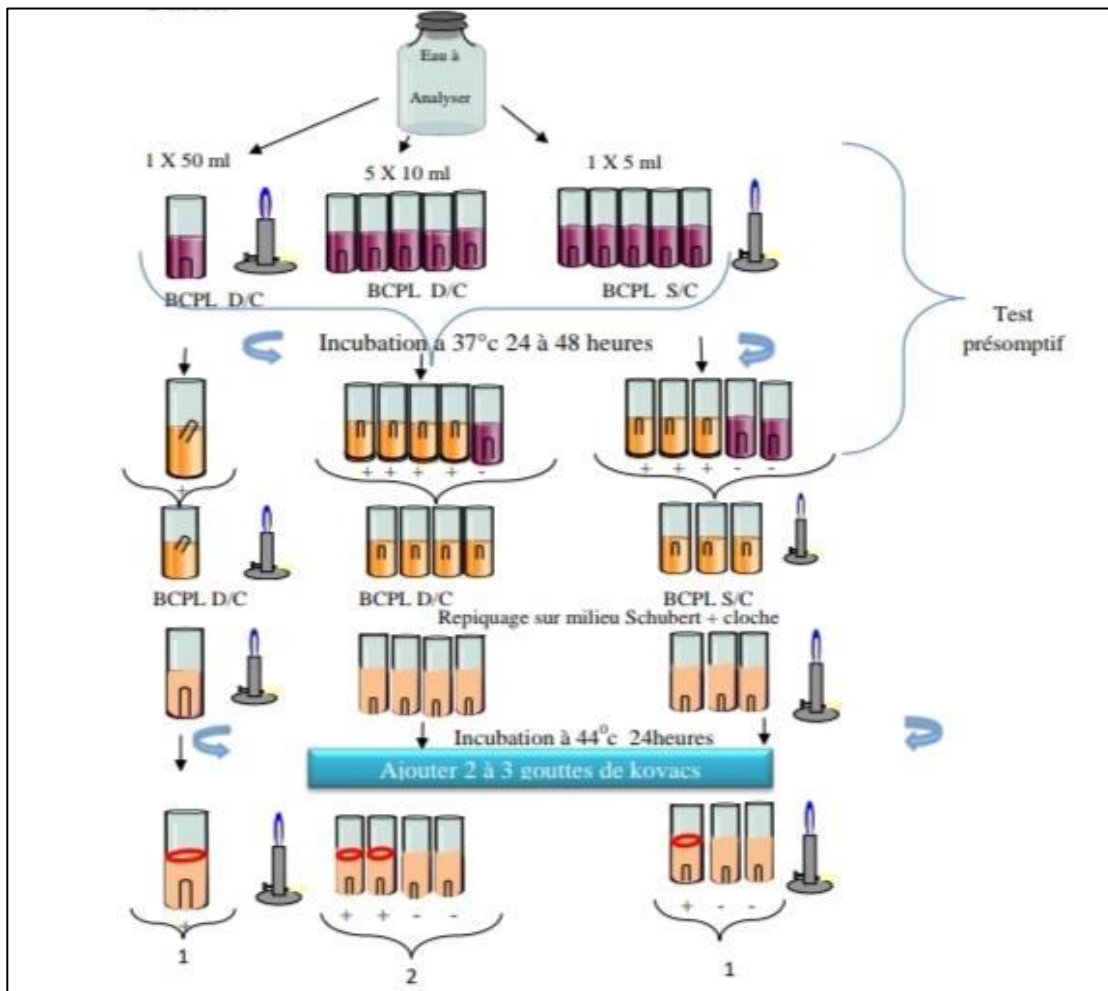


Figure 9: Recherche des coliformes totaux et fécaux

2.3.3. Recherche de streptocoques fécaux :

- **Test de présomptif :**

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

- 10ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu Rothe D/C.
- 1ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C.
- 0.1 ml dans 5 tubes contenant 10ml de milieu de Rothe S/C
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

➤ **Lecture:**

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

-un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoques fécal.

- **Test de confirmation :**

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption, les tubes de Rothe positifs, après agitation, on prélève de chacun d'eau quelques gouttes à l'aide d'une pipette pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu. Eva litsky bien mélanger le milieu et l'inoculum et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

➤ **Lecture :**

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

-un trouble microbien

-une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes (Bara,2016).

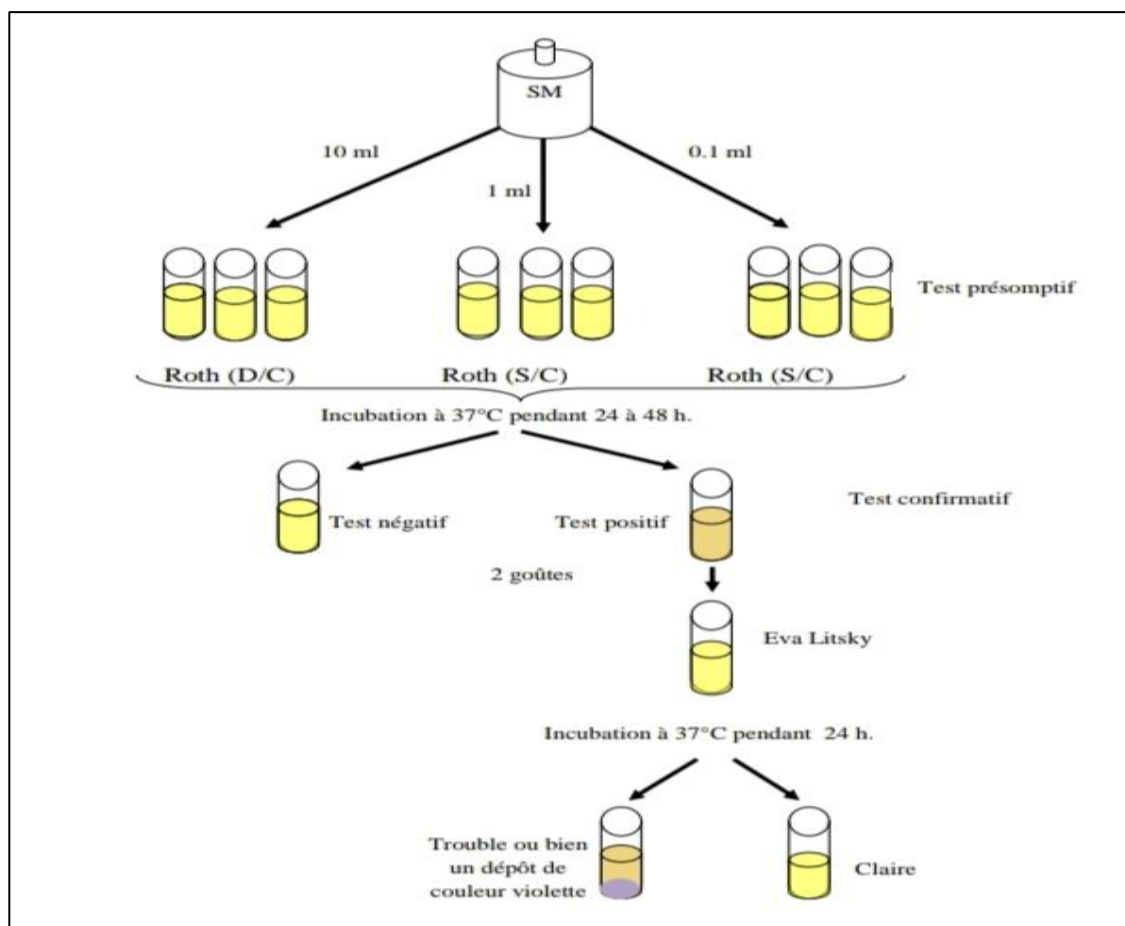


Figure 10: Recherche des streptocoques fécaux

2.3. 4. Recherche des salmonelles :

- **Principe :**

La méthode de recherche de ces bactéries découle de deux données :

D'une part leur présence en nombre relativement faible dans les eaux, ainsi que leur difficulté d'y survivre, d'autre part, l'existence habituelle d'un nombre important de germes d'accompagnement d'origine fécale ou non fécale. Ces constatations entraînent l'obligation d'utiliser des milieux d'enrichissement défectifs dans le but d'inhiber le développement des autres bactéries (**Bara ,2016**).

- **Mode opératoire :**

Introduire 1ml de l'échantillon d'eau dans 10ml de bouillon Sélénite Cystine (B.S.C) incubé à 37°C pendant 24h.

- **Isolement :**

A partir du bouillon d'enrichissements effectuer un isolement sur le milieu Hektoen ou gélose Salmonella Shigella. Incuber à 37°C pendant 24h à 48h (**Ait Hamlet, 1998**).

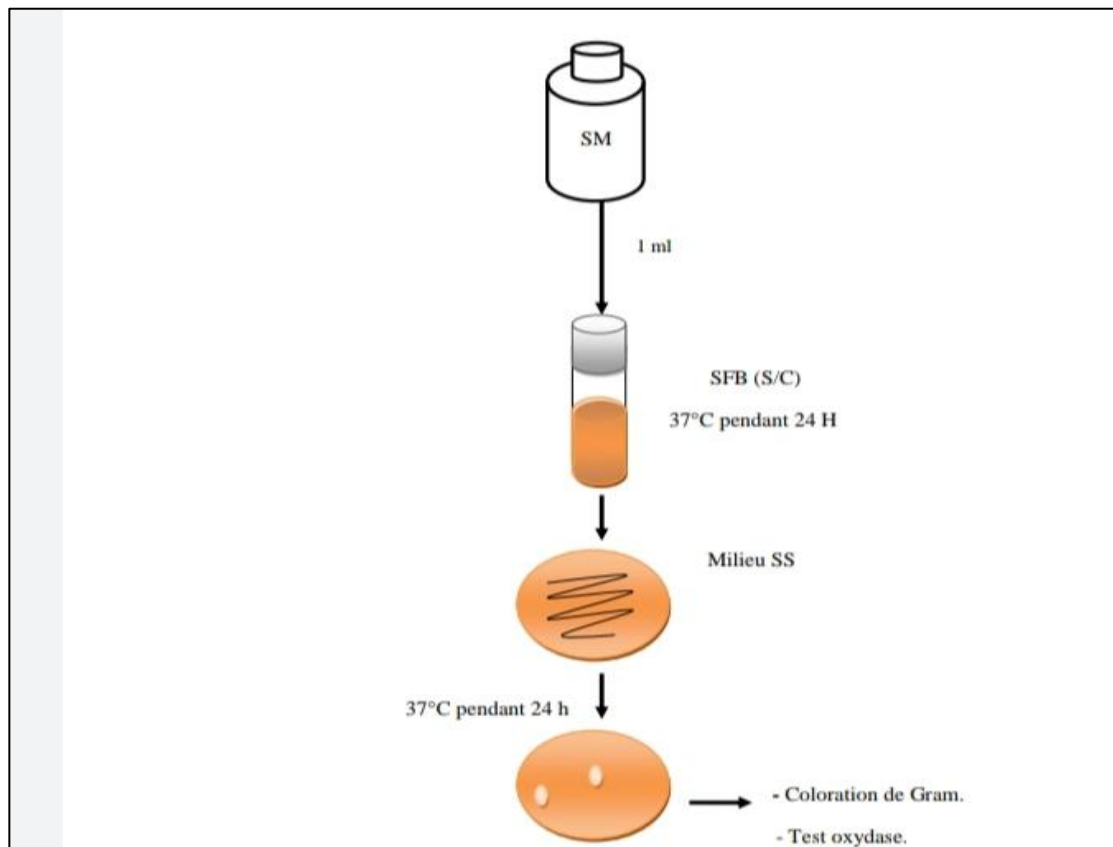


Figure 11: Recherche des salmonelles

2.3.4. Recherche des Clostridium Sulfito-Réducteurs:

Mode opératoire :

- On introduit dans 4 tubes à essai 20ml d'échantillon d'eau à analyser (5ml dans chaque tube).
- On place les tubes au bain marie à 80°C pendant 10 minute dans le but de détruire toutes les formes végétatives.
- On refroidit sous l'eau du robinet ces tubes, puis on ajoute 2gouttes d'alun de fer et 4 gouttes de sulfites de sodium puis on remplit les 4 tubes par la gélose viande foie en surfusion et refroidie une température de l'ordre de $45\pm 1^\circ\text{C}$.
- On mélange doucement, en évitant la formation des bulles d'air.
- On incube à 37°C et on procéde à une première lecture après 16 heures, car très souvent les spores des anaérobies sulfites réducteurs sont envahissantes ce qui rendra la lecture impossible, si non on fera une deuxième lecture après 24 et dans le cas échéant après 48 heures.
- Les Clostridium sulfito-réducteurs réduisent le sulfite de sodium, en produisant des colonies entourées d'un halo noir due à la formation de sulfure de sodium (Amirat et Nesiri, 2017).

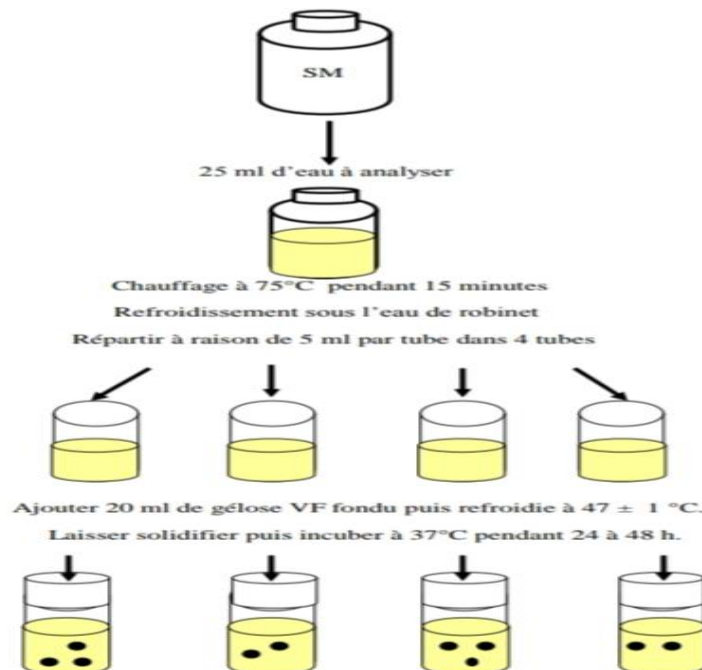


Figure12 .Recherche Clostridium sulfito-réducteurs

2.3.5. Recherche des staphylocoques pathogènes:

L'espèce type du genre est *staphylocoques aureus*. Elle est pathogène et se présente sous forme de Cocci à Gram (+), en grappes de raisin, possédant une catalase et une coagulase. L'incubation se fait à $36\pm 2^\circ\text{C}$ durant 24 à 48h sur un milieu sélectif de Chapman mannité. Les colonies de *Staphylococcus aureus* s'entourent d'un halo jaune du à l'attaque du mannitol et élaborent souvent leur propre pigment dont la production s'accroît après la sortie de l'étuve. Les autres espèces de *Staphylococcus* donnent des colonies généralement plus petites rosées et n'entraînent pas de virage du milieu (Bengarnia, 2016).

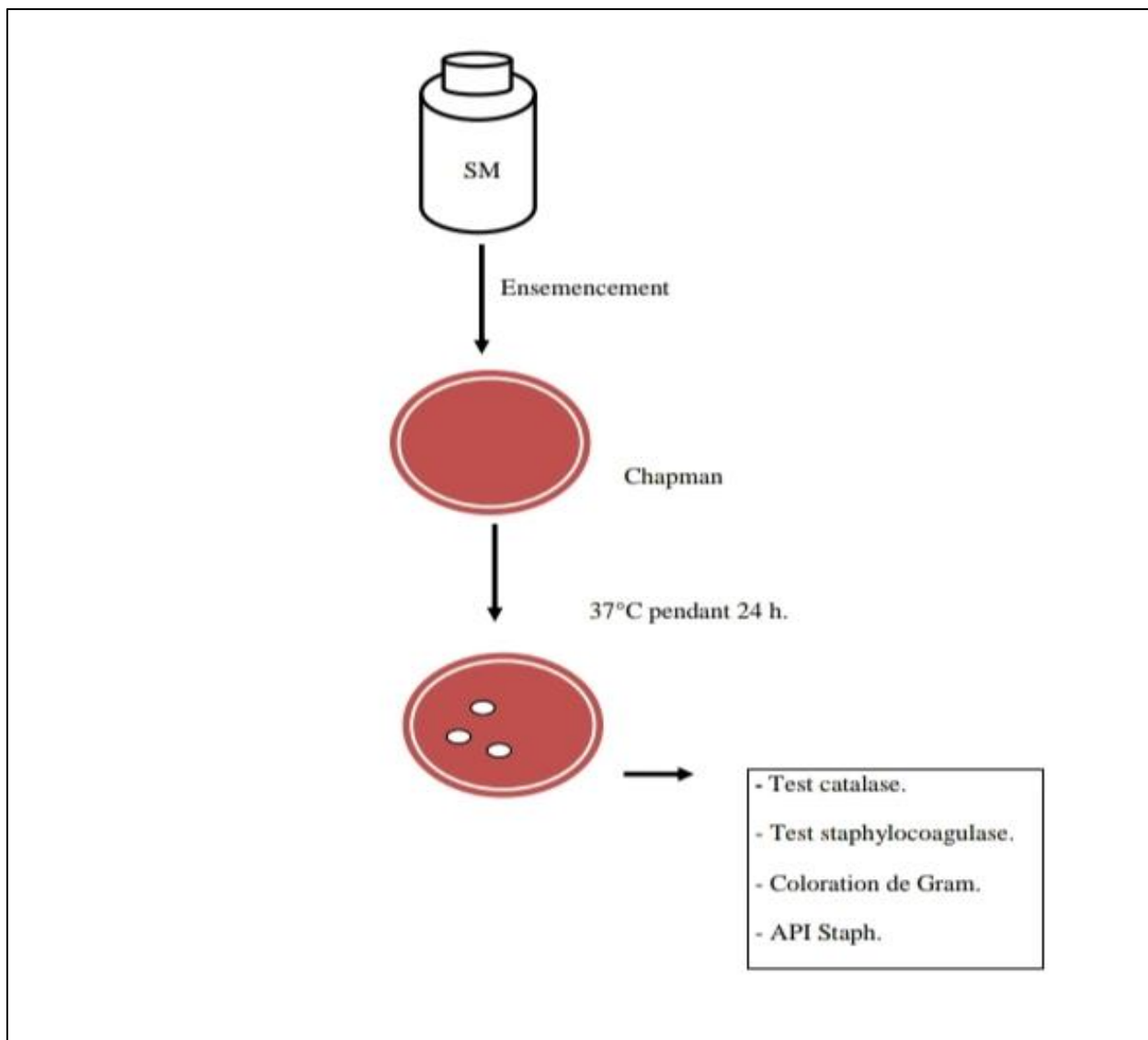


Figure13 : Recherche de *Staphylocoques aureus*

2.3.6. Recherche et dénombrement des levures et moisissures:

N'importe quel milieu de culture glucosé convient pour la numération des levures. Mais leur isolement est réalisé sur la gélose sabouraud qui constitue un milieu classique pour la culture, l'isolement et l'identification des fungi (levures et moisissures) saprophytes ou pathogènes. Dans le cas de prélèvements fortement contaminés, il est préférable d'utiliser la gélose Sabouraud + chloramphénicol.

- Mode d'ensemencement:

Transférer l'échantillon à analyser sur le milieu. On étale l'inoculum en surface l'aide d'un râtelier en verre stérile et enfin on incube à 20-25°C pendant 3 à 5 jours.

-Identification:

L'identification ne peut être effectuée que sur une souche en culture pure préalablement isolée sur le milieu gélosé sabouraud.

2.3.7. La coloration de Gram :

Cette coloration aide à déterminer deux grands groupes appelés Gram positif et Gram négatif. Elle nous permet aussi de connaître la morphologie et le mode de regroupement des bactéries. Sur des lames dégraissées et à partir de chaque milieu d'isolement, nous avons prélevé par l'anse de platine une colonie bactérienne et l'étalé sur une goutte d'eau physiologique déposée sur la lame que nous avons laissé sécher à l'air libre puis fixé par simple passage sur la flamme de bec Bunsen (**Dégremont, 1978**).

Chaque frotti fixé à la chaleur est coloré pendant une minute au violet de Gentiane, il est ensuite rincé rapidement à l'eau courante, traité pendant une minute par la solution de Lugol et de nouveau rincé rapidement.

Nous soumettons alors le frottis coloré à une étape de décoloration en le traitant avec l'alcool. C'est l'étape critique : la lame est maintenue inclinée et on fait couler le solvant sur le frottis pendant une à trois secondes. Celui-ci est alors rincé immédiatement à l'eau courante. À ce stade, les cellules Gram négatives seront incolores, les cellules Gram positives restent violettes. Nous soumettons ensuite le frottis à une courte coloration de trente secondes à la fushine pour recolorer les cellules Gram négatives présentes. Après un bref rinçage, nous séchons le frottis avec du papier buvard et nous examinons à l'objectif à immersion×100.

Nous avons appliqué la coloration de Gram pour toutes nos cultures (Sayad, 2008).

Expression des résultats :

Les bactéries « **Gram positif** »: qui gardent leur coloration violette après décoloration par l'alcool.

Les bactéries « **Gram négatif** » : qui, décolorées par l'alcool, sont teintées par la fuchsine et apparaissent roses ou rouges.

2.3.8. Galeries d'API20E:

C'est une galerie multi-tests, formée d'une vingtaine de cupules, contenant chacune un milieu de culture spécifique dishydraté, correspondant à l'identification d'un caractère métabolique.



Figure 14: La galerie API20E

2.8.1. Mode opératoire:

Une suspension bactérienne préparée en utilisant l'eau physiologique à partir des colonies (Lac+) sur le milieu Mac Conkey, cette suspension sert à la fois d'inoculum et d'agent de réhydratation du milieu.

- Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation (support de la galerie) et répartir de l'eau dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.
- Déposer stérilement la galerie dans la boîte d'incubation.

- Préparer la suspension bactérienne.
- Inoculer la galerie : la suspension bactérienne à analyser, souvent obtenue suite à une purification des colonies bactériennes sur milieux sélectifs, elle est ensuite versée dans chacun des tubules de la galerie.
- Pour les substrats dont le nom est encadré, il convient de remplir la cupule. L'objectif est de réaliser des tests en aérobiose (riche en oxygène).
- Pour les substrats dont le nom est souligné, il convient de remplir la cupule avec de l'huile de paraffine. Cette huile empêche le contact avec l'oxygène, créant ainsi un milieu anaérobie (absence d'oxygène) et empêche également les composés volatils synthétisés lors de la réaction de s'échapper du tube
- Incuber de 18 à 24h à température adaptée (**Boussena, 2020**).
- Le test VP : la lecture se fait 10mn après de l'addition d'une goutte de réactifs VP1 etVP2.
- Le test TDA: la lecture se fait immédiatement après l'ajout de réactif TDA
- Le test IND: la lecture se fait 2min après de l'addition d'une goutte de réactif.

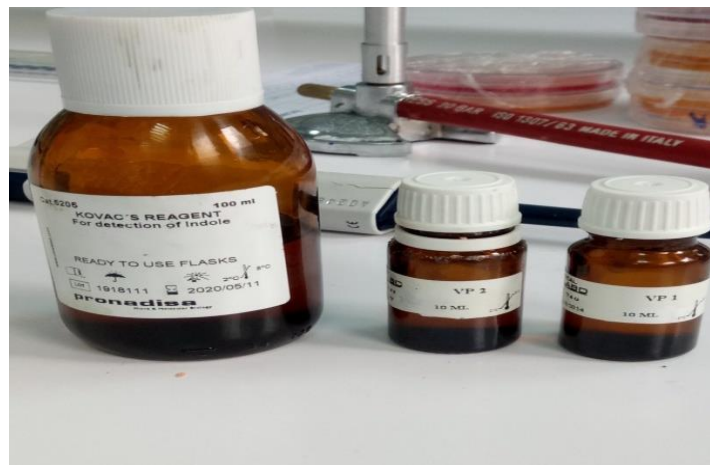


Figure 15: Les réactifs de l'API 20E.

2.8.2. Lecture et interprétation des résultats:

Pour la lecture, il convient de regarder si la réaction est positive ou négative séparément pour chacun des tests. La révélation est permise par la présence d'indicateurs colorés dans les substrats.

Un changement de couleur du milieu dans le tube, signifie généralement que le test est positif. Il faut tout de même ne pas oublier que certains tests nécessitent l'addition de réactifs.

Un tableau des caractères à vérifier pour chaque milieu est fourni par le fabricant afin de permettre l'interprétation des résultats.

Concernant l'interprétation des résultats, les tests sont regroupés par triplet de gauche à droite.

Un test négatif toujours 0. La valeur des tests positifs, quant à elle, est différente selon la position du test dans triplet. Dans chacun d'eux, si le premier test est positif, il vaut 1, si c'est le deuxième, 2, et si c'est le troisième, 4.

Il faut ensuite additionner les trois valeurs obtenues pour le code du triplet.

Un code à sept chiffres est obtenu par lecture des codes des triplets de gauche à droite.

Ce code, comparé à ceux référencés dans la base de données gérée par le fabricant, permet l'identification des bactéries (Boussena, 2020).

The image shows an API 20E result card from BIOMÉRIEUX. At the top left is the CE mark and the text 'API® 20 E'. To the right is a 'REF.' field with a grid for recording a reference number. Below this is a field for 'Origine / Source / Herkunft / Origen / Origen / Προέλευση / Ursprung / Oprindelse / Pochodzenie :'. The main part of the card consists of 20 wells, each with a number (1, 2, or 4) above it, indicating the position in a triplet. Below the wells are the test names: ONPG, ADH, LDC, ODC, CIT, H₂S, URE, TDA, IND, LYP, LGEL, GLU, MAN, INO, SOR, RHA, SAC, MEL, AMY, ARA, OX, NO₂, N₂, MOB, McC, OF-O, and OF-F. At the bottom left is a field for 'Autres tests / Other tests / Andere Tests / Otras pruebas / Altri test / Outros testes / Άλλες εξετάσεις / Andra tester / Andre tests / Inne testy :'. At the bottom right is a field for 'Ident. / Ταυτοποίηση :'. On the far right, there is a vertical text 'révisé 2018/2018' and 'Imprimé en France / Printed in France'.

Figure 16: Fiche de résultats de la galerie API20E.

Résultats et Discussion

1. Les paramètres physicochimiques:

Ces analyses concernent la concentration en nitrates (NO_3^-), le PH, la conductivité électrique, l'Oxygène dissous et la température, qui sont des paramètres importants pour le suivi de la qualité des eaux naturelles. Ils permettent aussi de comparer les eaux entre elles, et d'interpréter les données d'analyses pour évaluer la qualité physico-chimique de l'eau de barrage Babar.

1.1. Le potentiel d'Hydrogène pH :

Ce paramètre détermine l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Il est influencé par la température, la concentration du dioxyde de carbones dissous (CO_2), de l'oxydation et de la concentration des éléments dissous dans l'eau.

C'est l'un des paramètres les plus importants pour la qualité de l'eau d'irrigation. Il caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique et dépend de facteurs multiples dont l'origine de l'eau. La réglementation algérienne indique que le pH doit être compris entre 6,5 et 9 pour les eaux d'irrigation et les eaux superficielles (annexe 2 et 3). Car un pH élevés augmente le taux d'ammoniac, qui est toxique pour les poissons par contre le pH acide augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique.

L'eau du barrage Babar présente des valeurs de pH légèrement basique dans toute période d'étude (7.8- 8.24) et qui ne dépassent pas le seuil fixé par la réglementation algérienne et donc ces valeurs sont acceptables que ce soit pour l'irrigation et pour la consommation humaine.

Tableau10 : Résultats de pH

Mois	Avril	Mai	Norme
pH	7.8	8.24	6.5-9

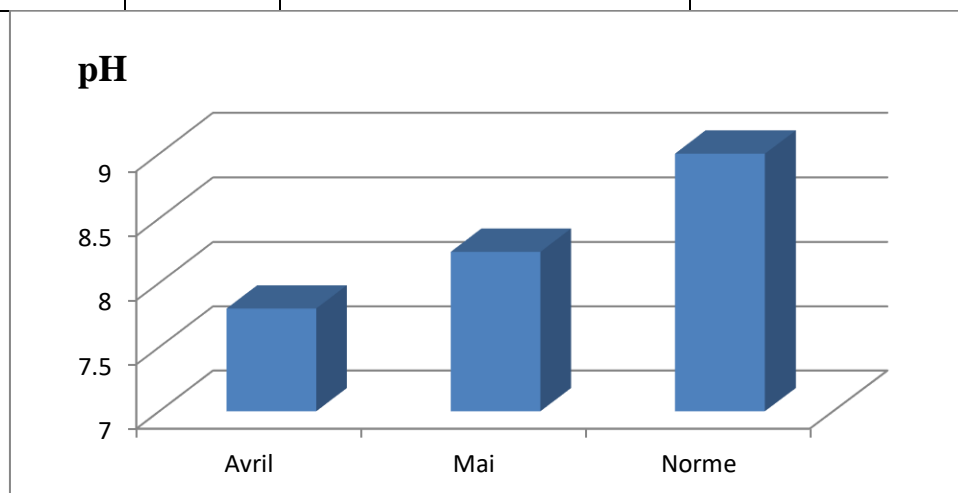


Figure 17: Les valeurs de pH de barrage Babar

1.2.Température

La température joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique, bactérienne et de l'évaporation des eaux. La température des eaux est influencée par les conditions environnementales liées à la position géographique de la localité. Elle dépend aussi de la température l'air et de la saison, la minéralisation des matières organique et de la profondeur d'eau.

La température affecte la disponibilité de l'oxygène, l'eau chaude contient moins d'oxygène dissous que l'eau froide, et affecte négativement les poissons, elle joue un rôle très important dans la mobilité des sels et des gazes, donc sur la conductivité électrique.

D'après les résultats représentés dans la figure, les valeurs de la température obtenues varient durant toute la période d'étude (14-18 C°) mais ne dépassent pas les normes fixés par le JORA (25C°). Les températures de l'eau enregistrées traduisent ainsi une qualité normale.

Tableaux 11 : Résultats de la température de l'eau analysée

Mois	Avril	Mai	Norme
Température	14.5	18.3	25

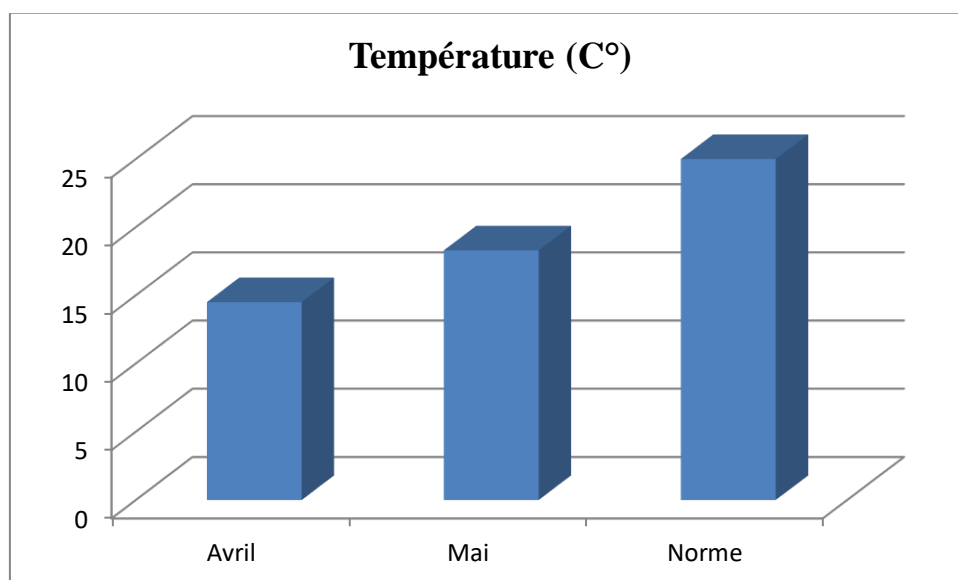


Figure 18: Les valeurs de température de barrage Babar

1.3. La conductivité électrique CE

La conductivité électrique est un moyen important permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau. Sa mesure est précise, rapide et donne une idée approximativement de la minéralisation globale. Sa variation est liée à la nature des sels dissous et de leur concentration.

Selon les normes de Conductivité requises par l'OMS [200 à 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$] et à celle donnée par la norme algérienne (2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pour les eaux d'irrigation et les eaux superficielles, on déduit que les valeurs de la conductivité enregistrée de notre site se situe entre 1068 et 1118 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sont dans les normes recommandées.

La conductivité est généralement influencée par la température (la dissolution sels minéraux). Elle augmente avec la Température et la concentration en sels dissous. L'eau pure est peu conductrice du courant électrique car elle ne contient que très peu de particules chargées électriquement (ions), susceptible de se déplacer dans un champ électrique (**Rodier, 1996**).

Tableau 12 : Résultats de la conductivité électrique de l'eau analysé

Mois	Avril	Mai	Norme
CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	1068	1118	2800

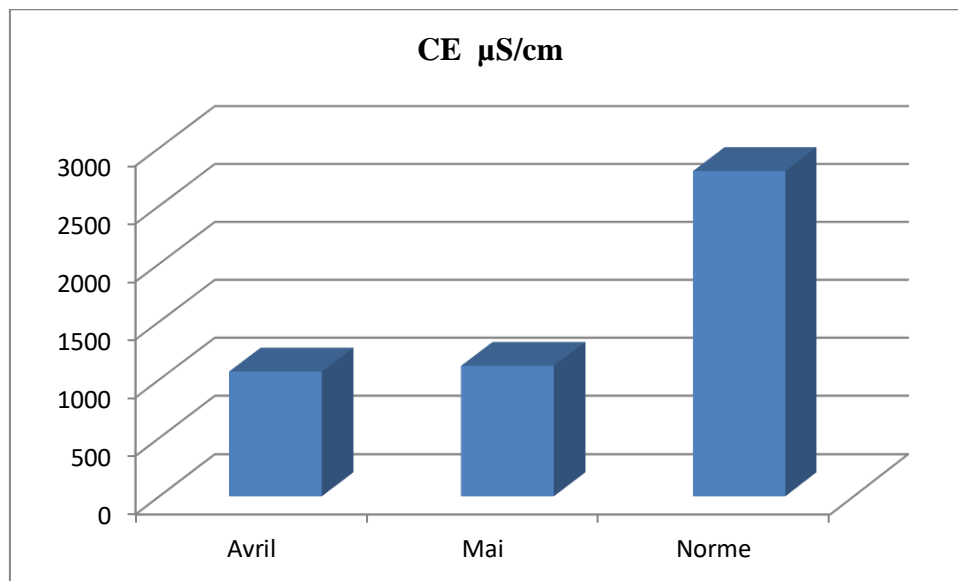


Figure19 : Les valeurs de la Conductivité des eaux de barrage Babar

1.4. Les nitrates NO3 :

Les nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels (**Samake, 2002**). Les nitrates sont en effet l'élément chimique majeur qui conditionne la vie des microorganismes dans un écosystème aquatique.

Les bactéries ont toujours besoin de source azotée pour synthétiser leurs protéines. Les nitrates sont à la fois des nutriments pour la croissance des végétaux et une contrainte pour la production d'eau potable (**faurie, 2003**). Les taux de cette élément dans le Barrage est de 1.191 mg/l) enregistré durant les deux mois d'étude sont largement inférieures aux normes.

La pollution par les nitrates provient des rejets directs urbains et industriels mais aussi des rejets agricoles, par le lessivage des sols à l'occasion d'épisodes pluvieux. Les nitrates contribuent avec le phosphore à l'apparition de phénomènes d'eutrophisation.

Tableaux 13 : Résultats des Nitrates de l'eau analysée

Mois	Avril	Mai	Norma
Nitrates mg/l	+++++++	1.19	50

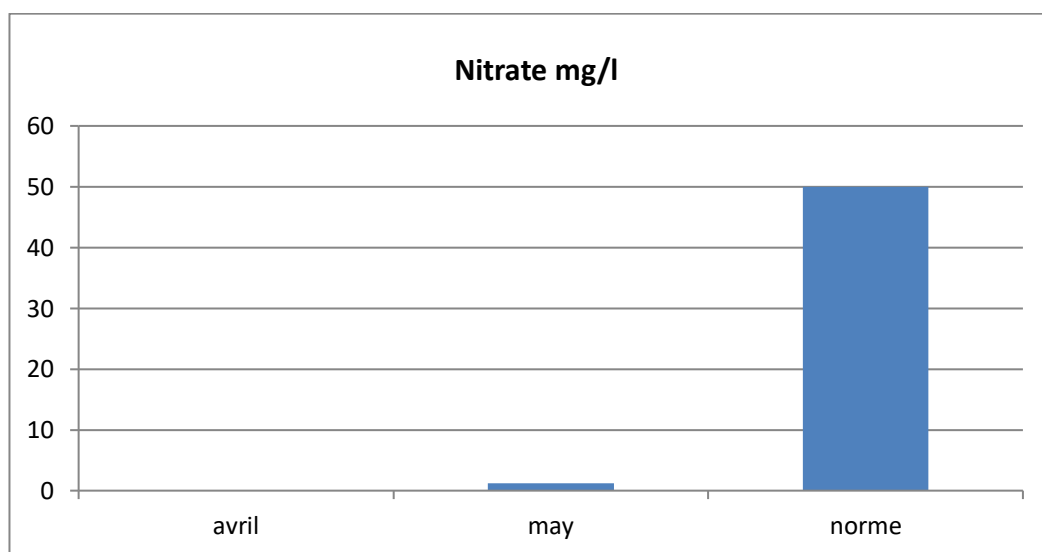


Figure 20 : Les teneurs en Nitrate des eaux de barrage Babar.

1.5.Oxygène dissous:

Les concentrations en oxygène dissous constituent, avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique. L'oxygène dissous dans les eaux de surface provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. L'oxygène est un des facteurs fondamentaux de la vie (Gaagai 2009).

Les teneurs en O₂ dissous des eaux du barrage varient entre 9.23 mg/l et 10 mg/l. Elles sont inférieures aux normes algériennes (30 mg/l). Le réchauffement de l'eau et le faible débit des cours d'eau, provoquent une diminution (9.91) de la teneur de l'oxygène Dissous, notant aussi la consommation élevée de l'oxygène par les organismes de l'écosystème. La teneur en dioxygène dépend de la respiration des organismes aquatiques, de la dégradation des polluants (consommation) et de l'activité de photosynthèse de la flore (production).

Ces teneurs faibles provoquent également une augmentation de la solubilité des éléments toxiques qui se libèrent des sédiments.

Tableaux 14 : Résultats des Nitrates de l'eau analysée

Mois	Avril	Mai	Norma
O ₂ Dissous mg/l	9.23	10	50

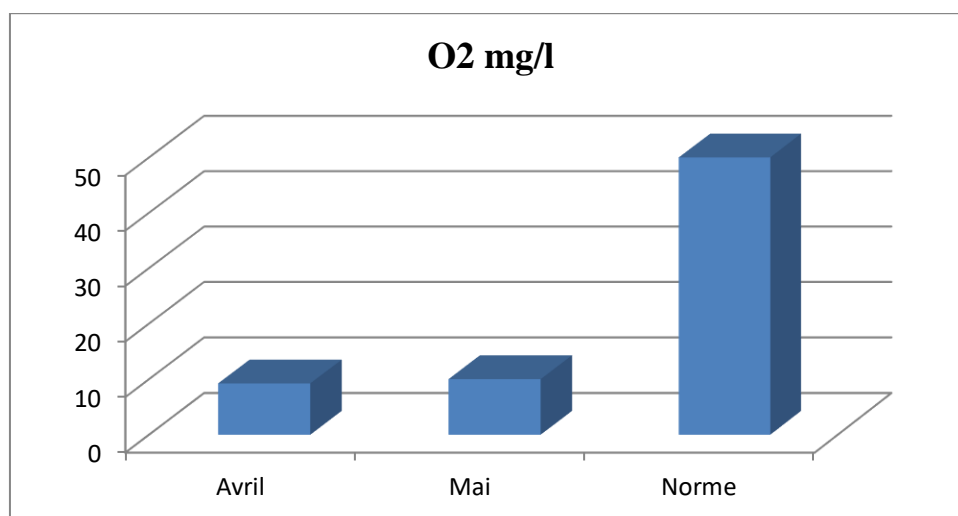


Figure 21 : Les teneurs en Oxygène dissout des eaux de barrage Babar

2. Les analyses microbiologiques :

Les eaux usées domestiques sont chargées en germes qui peuvent provenir de la flore intestinale ou qui se développent notamment grâce à l'excès de matières organiques contenues dans ces eaux. En trop grand nombre, les germes fécaux peuvent être indicateurs de germes pathogènes.

Afin de déterminer la qualité bactériologique de l'eau de barrage de Babar, nous avons procédé au prélèvement de deux échantillons par mois provenant de deux points différents durant deux mois (Avril et Mai). Ces prélèvements d'eau ont été suivis par des analyses bactériologiques qui ont été effectuées au niveau du laboratoire pédagogique de microbiologie (El Hamma) et consiste en la recherche des bactéries indicatrices de contamination fécale (germes totaux, des coliformes totaux et fécaux, des streptocoques fécaux) ainsi que des Clostridium sulfito-réducteurs et des germes pathogènes.

2.1. Dénombrement de la flore totale:

Les résultats de dénombrement de la flore totale sont représentés dans le tableau 15.

Tableau 15: Dénombrement de la flore mésophile totale

Germes (UFC/ml)	Avril		Mai	
	A	B	A	B
FAMT	104	39	+300	147

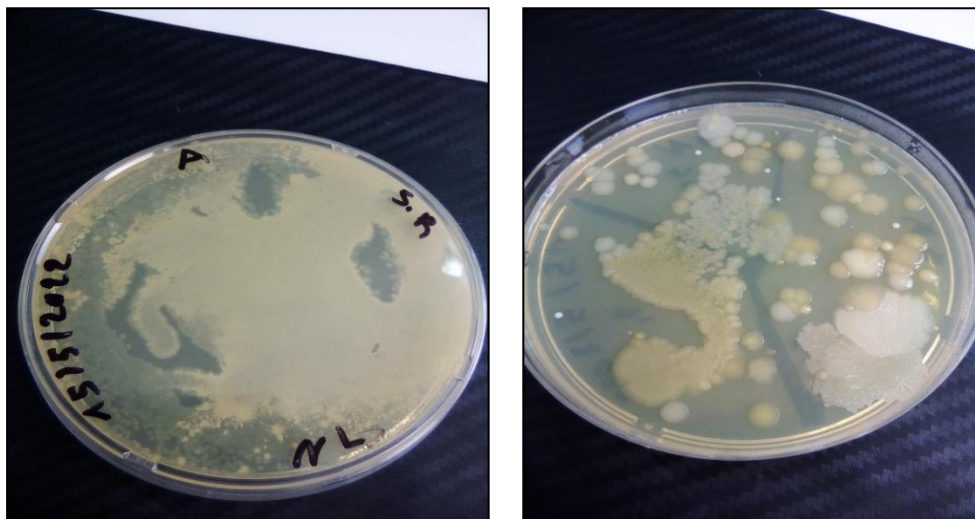


Figure 22: Les Résultats de dénombrement de la flore totale sur milieu GN

Les valeurs de dénombrement des germes totaux ne devraient normalement pas dépasser 100 germes/ ml à 37°C en 48 heures pour les eaux de consommation selon les normes

de l'organisation mondiale de la santé et la réglementation algérienne (OMS, 2000 et JORA, 2011).

Les résultats de dénombrements de germes totaux de notre étude représentés dans le tableau montrent des valeurs supérieures à la norme (100 germes/ml) pour les deux points. La charge de Coliformes totaux varie de manière très importante entre les deux mois, la charge la plus élevée est enregistrée pendant le mois de Mai et la plus basse est notée au cours de mois d'avril. On note aussi que le point B est mois pollués que le point A.

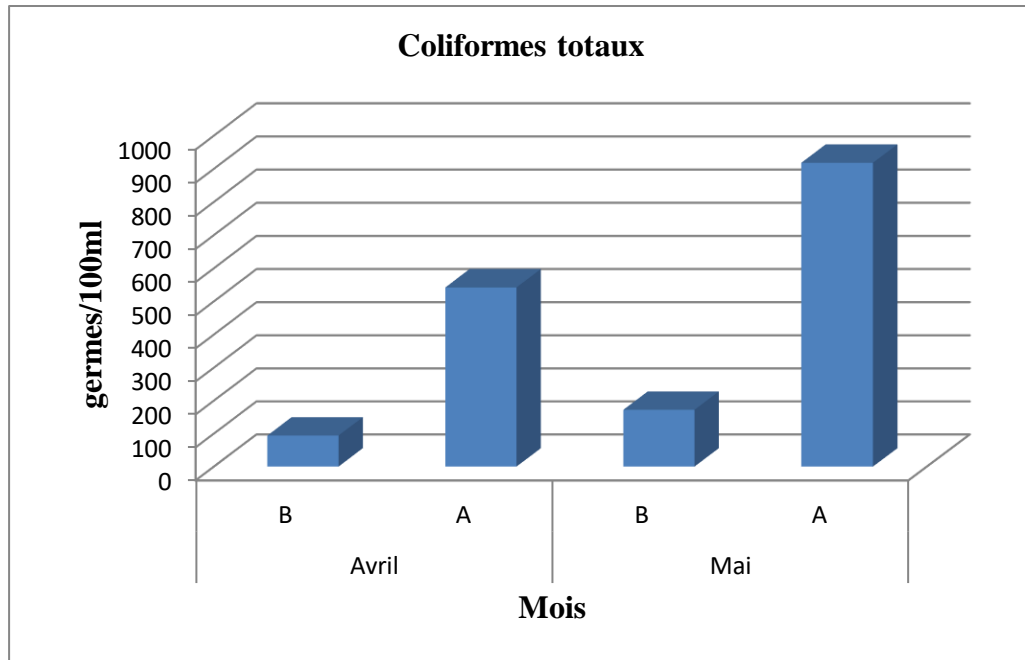
2.2.Dénombrement des coliformes totaux :

Dans notre étude les analyses microbiologiques de ces bactéries dans les eaux de barrage montrent des valeurs élevées notamment en mois de Mai (Tableau 16) qui dépassent les valeurs guides fixées par l'OMS (0 germes/ml) pour les eaux potable avec une dominance des valeurs du point A dans les deux mois.

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries que l'on retrouve fréquemment dans les intestins des mammifères. Les coliformes totaux n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles. La présence des coliformes dans les eaux usées présente un risque pathogène qui indique une contamination organique (Sari, 2014).

Tableau 16: Dénombrement des coliformes totaux

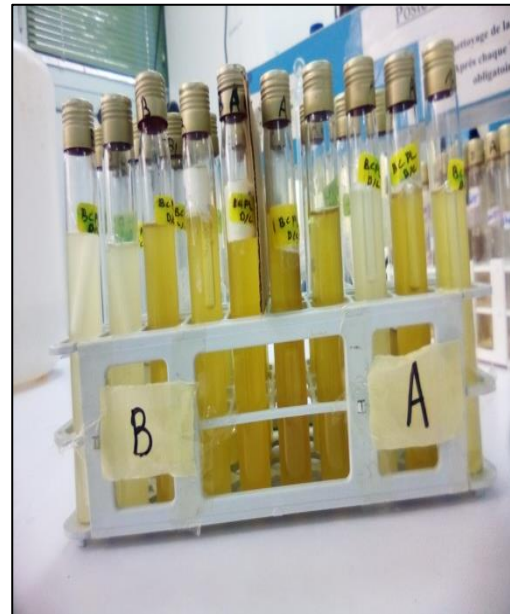
Germes		Avril		Mai	
		B	A	B	A
Coliformes totaux après 24H à 37 C°	NPP	201	511	521	541
	germes/100ml	7	46	70	172
Coliformes totaux a après 48H a 37 C°	NPP	523	552	541	553
	germes/100ml	94	542	172	918



(A)



(B)



(C)

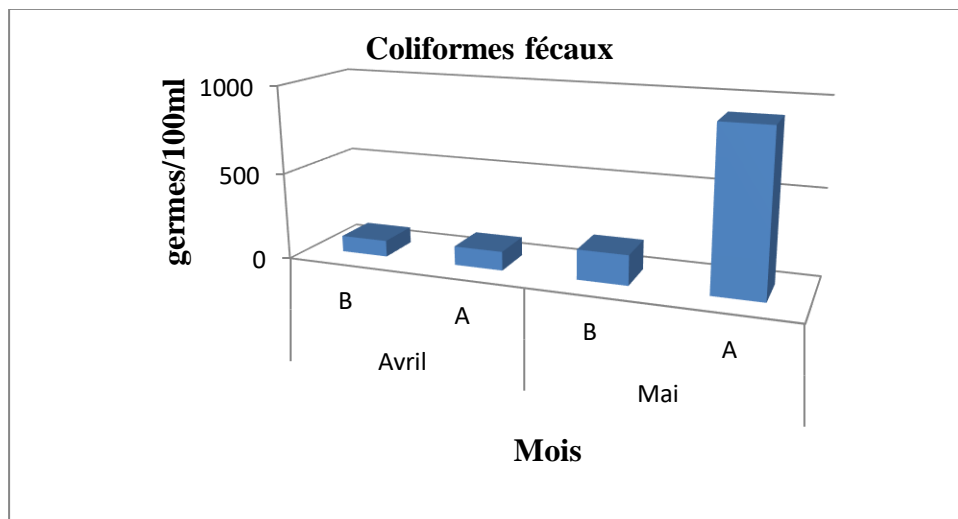
Figure 23 : (A) et (B) (C) Dénombrement des coliformes totaux

2.3. Dénombrement des coliformes fécaux (thermotolérants) :

Les analyses des eaux de barrage montrent la présence de ce type de bactéries. Le point A est le plus pollué et le mois de Mai montre les valeurs les plus élevées. Globalement ces valeurs sont hors normes fixées par l'OMS (0germes /100ml).

Tableau 17: Dénombrement des coliformes fécaux

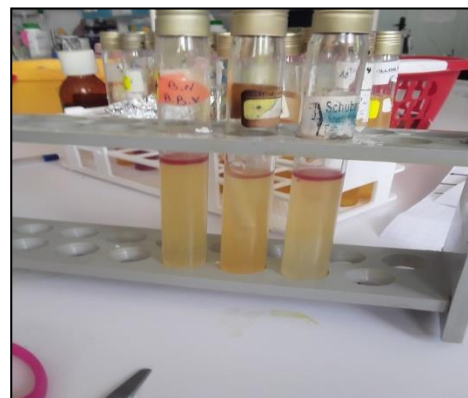
Germes		Avril		Mai	
		B	A	B	A
Coliformes fécaux après 24H a 45C°	NPP	522	531	541	553
	g/100ml	94	109	172	918



(A)



(B)



(C)

Figure 24: (A) (B) (C) Dénombrement des coliformes fécaux

E. coli est un membre du groupe des coliformes fécaux que l'on trouve exclusivement dans les intestins des mammifères, dont les humains. La présence d'*E. coli* dans de l'eau indique une contamination **récente** par des matières fécales, et peut indiquer la présence possible de pathogènes responsables de maladies, comme des bactéries, des virus et des parasites (Dekhini et Amiour, 2015). Sa présence a été révélée par l'apparition de l'anneau rouge sur milieu Schubert après l'ajout de réactif Kovacs (figure 24).

2.4. Dénombrement des Streptocoque fécaux:

Les streptocoques fécaux sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Leur recherche associée à celle des coliformes fécaux constitue un bon indice de contamination fécale. Ils témoignent d'une contamination d'origine fécale **ancienne** tandis que les coliformes fécaux témoignent d'une contamination d'origine fécale récente. Cocci Gram positifs, formant des chaînettes en milieu de culture liquide (Leyral et al, 2002).. Le dénombrement de ces indicateurs dans l'eau de barrage de Babar montre des valeurs hors la limite fixé par l'OMS (0germes/ml) durant les deux mois et pour les deux sites.

Tableau 18: Dénombrement des Streptocoque fécaux

Germes		Avril		Mai	
		B	A	B	A
streptocoques fécaux après 24H	NPP	001	003	000	000
	g/100ml	2	2	0	0
streptocoques fécaux après 48H	NPP	515	553	110	500
	g/100ml	63	918	4	23



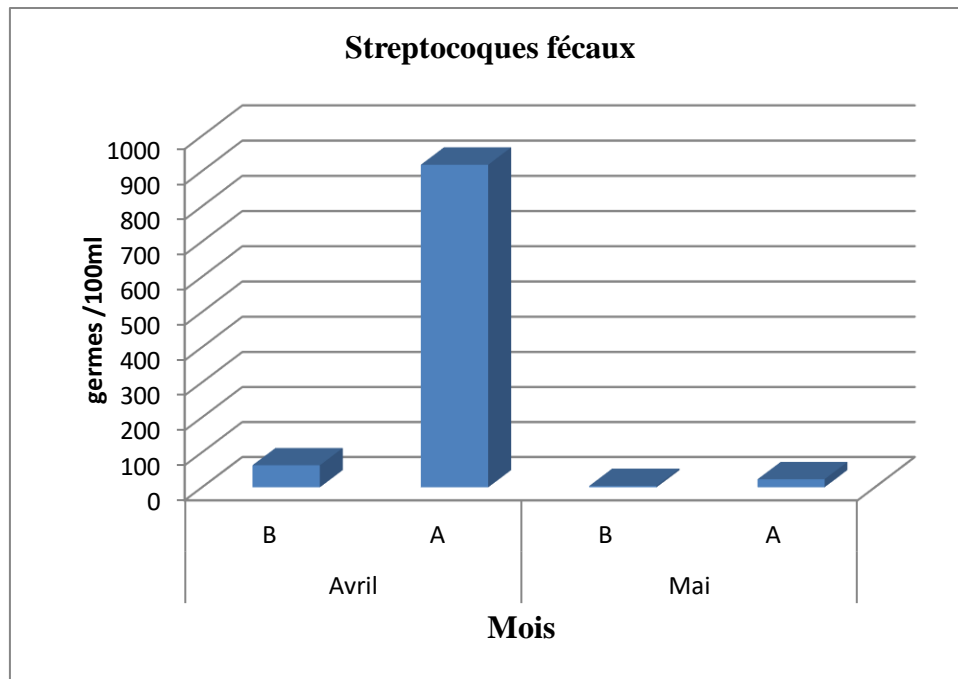


Figure 25 : Dénombrement des Streptocoque fécaux

2.5.Dénombrement des Streptocoques D (entérocoques D) :

Les streptocoques du groupe D susceptibles de contaminer les eaux d’approvisionnement sont plutôt typiques des déjections animales, comme *Streptococcus bovis*.

La persistance des entérocoques dans divers types d’eau peut être supérieure à celle des autres organismes indicateurs notamment à cause de leur résistance notoire aux agents désinfectants, ce qui fait d’eux des indicateurs privilégiés pour évaluer l’efficacité du traitement de l’eau (Delaress et Trebaol, 2003).

Les analyses réalisées indiquent la présence des streptocoques dans les eaux de barrage.

Tableau 19: Dénombrement des Streptocoque D

Germes		Avril		Mai	
		B	A	B	A
streptocoques D	NPP	115	225	100	500
	g/100ml	6	9	2	23

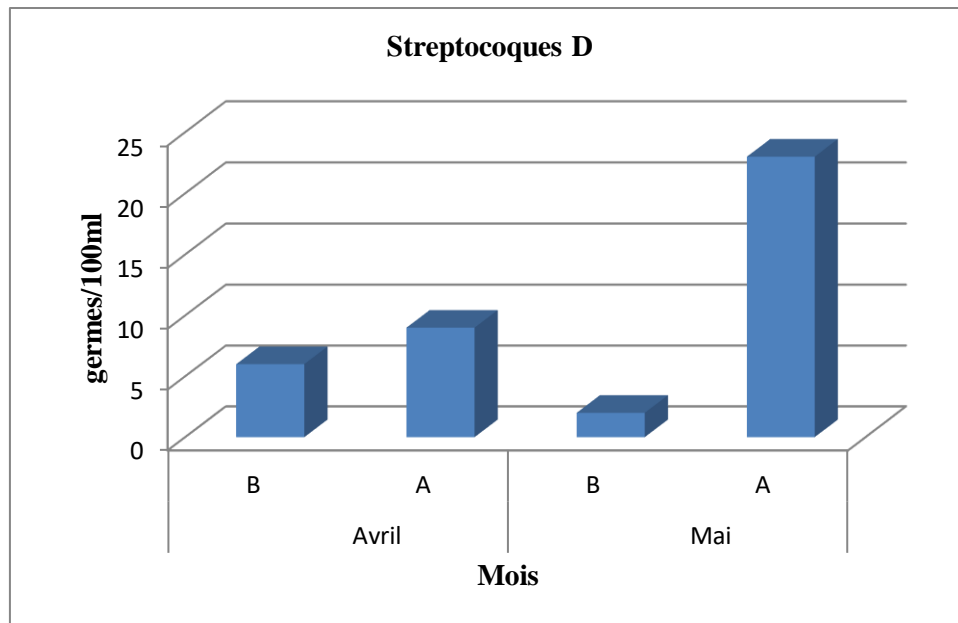


Figure 26 : Dénombrement des Streptocoque D

2.6. Dénombrement des clostridies sulfito-réducteurs :

Le test de la présence de ces bactéries dans les eaux analysées est positif pour le prélèvement de mois de Mai et les résultats dépassent les normes limites admises (0 germs/20ml) pour l'eau potable. Les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont des germes capables de se reproduire et de se maintenir très longtemps dans l'eau sous une forme végétative :

- 1- Leur présence dans l'eau, en l'absence de germes fécaux, peut être interprétée comme un défaut de protection de l'eau contre la présence d'une flore bactérienne étrangère,
- 2- Du fait de leur similitude de comportement avec les parasites, les spores constituent un bon indicateur pour ces micro-organismes. En outre, ces formes résistent à la chloration. Ceci explique que pour ce paramètre particulier, ce ne sont pas des bactéries elles-mêmes mais leurs spores qui sont recherchées (Sari, 2014).

Tableau 20 : Dénombrement des clostridies sulfito-réducteurs

Germes	Avril		Mai	
	B	A	B	A
Clostridium sulfitoréducteurs	0	0	Non dénombrable	Non dénombrable



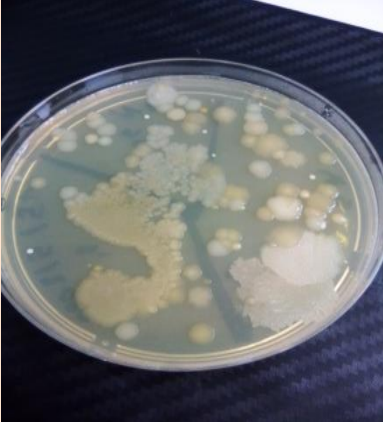
Figure 27: Résultat des *Clostridium sulfito-réductrices*.


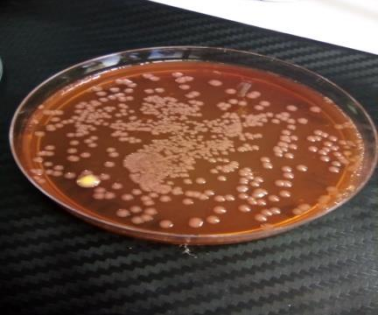


2.7. Résultats de la recherche de germes pathogènes :

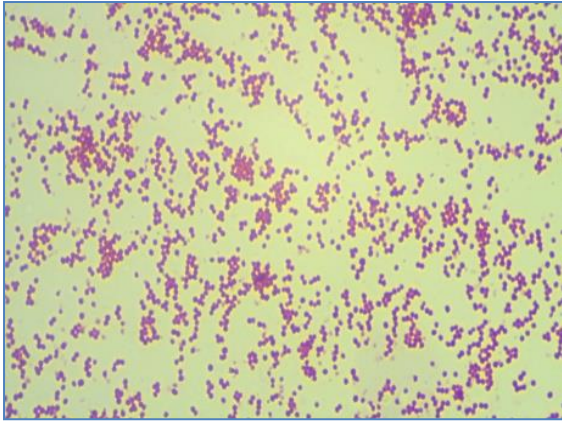
2.7.1. Aspect macroscopique et Coloration de Gram

Les résultats des deux prélèvements des deux mois Avril et Mai de la recherche de germes pathogènes a été effectuée sur plusieurs milieux de cultures sont résumés dans le tableau 21.

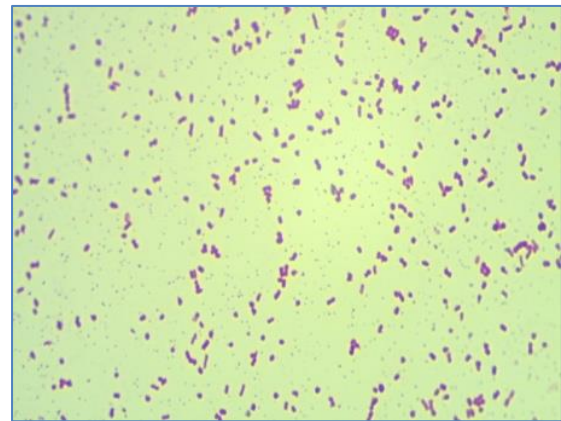
Tableau 21. Aspect macroscopique des colonies.

<i>Culture</i>	<i>Aspect macroscopique</i>
<i>Gélose nutritive (GN)</i>	<p data-bbox="426 1301 1029 1375">-Circulaire, lisse , demi bombé, translucide. -Irrégulière, jaune, 1à 2 mm de diamètre</p>  <p data-bbox="426 1839 1374 1912">-Circulaire, translucide, plate l' légèrement blanchâtre, lisse, 1mm de diamètre.</p>

	
<p><i>Mac-Conkey</i></p>	<p>-Rose élevée, lisse, régulière, bombée ,circulaire ,1 mm à 2 mm de diamètre.</p> 
<p><i>Chapman</i></p>	<p>Circulaire, petite, opaque, lisse, Bombée, régulier, jaune, 1mm de diamètre. -lisse, demi-bombée, régulier, couleur blanchatre, 1mm diamètre.</p> 
<p><i>Viand foie</i></p>	<p>-Colonies noires.</p>
<p><i>Sabouraud</i></p>	<p>-Bombée, blanche</p> 



Cocci Gram + (Staphylocoques)



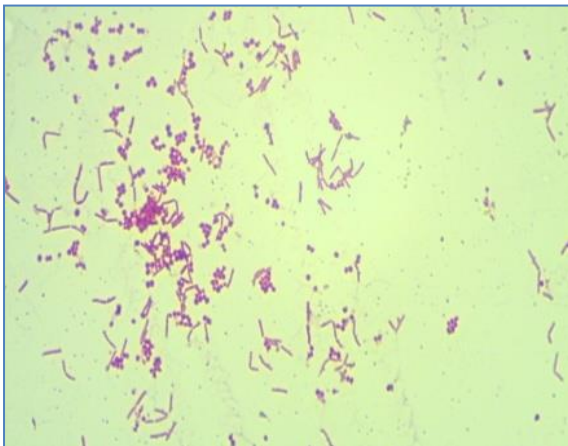
Cocci Gram+



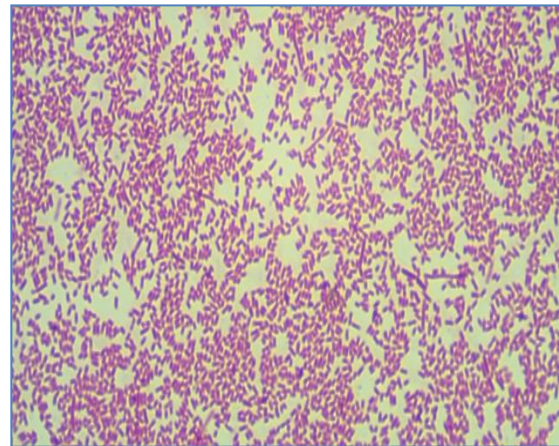
Bacilles Gram+



Bacilles Gram+(Bacillus)



Bacilles Gram- et Cocci Gram+



Cocci Gram+ (Levure)

Figure 28 : Aspect microscopique des colonies isolées

2.7.2. Identification Biochimique :

2.7.2.1. Test de Catalase :

Ce test d'identification a été appliqué sur des germes isolés sur Chapman et présentant des formes Cocci, Gram (+)



Figure 29. Résultats de test de catalase +

On remarque un dégagement gazeux (O₂), donc le résultat est positif.

2.7.2.2. Test d'Oxydase :

Ce test d'identification a été appliqué sur des germes isolés sur Chapman et présentant des formes Cocci, Gram (+)

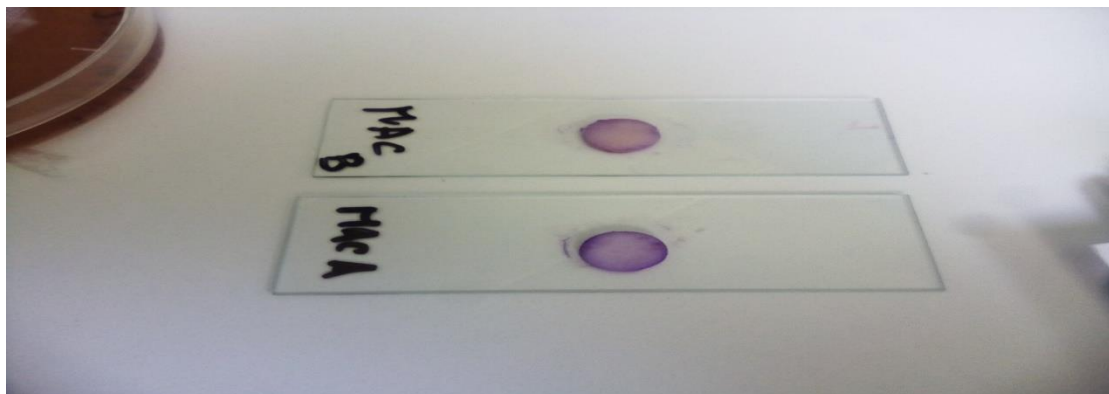


Figure 30. les Résultats de test d'oxydase +

2.7.3. Identification des germes par API20E

Ce type d'identification a été appliqué sur des germes (Lac+) isolés sur Mac

Conkey et présentant des formes bacillaire, Gram (-) et qui sont suspectés d'être pathogènes.

L'identification biochimique a permis de détecter la présence des bactéries suivantes :

Pseudomonas fluorescens, *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella spp*



Figure 31 : APE20 de *Pseudomonas fluorescens*



Figure 32 : APE20 d'*Aeromonas hydrophila*



Figure 33 : AP20E de *Salmonella spp (Ind -)*

3. Discussion

Globalement pour les résultats des analyse physico-chimique des eaux brut de barrage Babar, L'étude des paramétré (pH, Température, Conductivité et l'oxygène dissous) présente des valeurs dans les normes des eaux destinée à la consommation humaine et à l'irrigation et donc l'eau de barrage possède une qualité physicochimique très acceptable.

Pour la qualité microbiologique, la flore bactérienne concernée dans cette étude est la flore totale hétérotrophe, les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux et les staphylocoques récupérés respectivement sur milieu gélose GN, Mac Conkey et Chapman.

Selon les résultats de notre travail, la flore totale récupérée consiste en une variété de bactérie a Gram (-) et a Gram (+). *E.coli* occupe une part importante dont elle existe dans tous les prélèvements effectués, suivie par la présence irrégulière de *Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella spp.*

Le nombre maximal en germes totaux à 37°C est supérieure a 300 UFC enregistrée au niveau du site A en Mois de Mai. Selon **Beverly et col (1984)** la température de 25° C est la température optimale pour une récupération efficace des flores totales hétérotrophes (bactéries Gram- Lac-). Ainsi qu'il est à note que certaines espèces bactériennes cultivent sur une large gamme de température et seront ainsi comptabilisées à 25° C et à 37° C.

La différence des numérations entre la flore totale et les coliformes laisse supposer qu'elle correspond essentiellement a la présence de microflore hétérotrophes (bactéries Gram- Lac-) qui constituent normalement la composante majeure de la flore totale, et qui seraient composés d'espèces Gram (+), dont les plus importantes sont **les streptocoques et les staphylocoques**.

Par contre d'après les normes de l'OMS relatives a la qualité des eaux superficielles, il devrait y avoir une absence absolue des germes pathogènes, et des streptocoques fécaux dans 1 ml d'eau. Les nombres des coliformes tolérés sont 10 et inférieur à 10 par 50 ml pour une eau destinée a la consommation (**OMS, 2009**). Ainsi nous pouvons déduire que l'eau que nous avons analysée est contaminée.

Cependant, la recherche des coliformes est primordiale du fait qu'un grand nombre d'entre eux vivent en abondance sur les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs de la première importance.

Certaines bactéries sont d'origine tellurique ou aquatique telles que : *Pseudomonas fluorescens*, et *Aeromonas hydrophila* qu'on a isolé. Pour les coliformes certains d'entre eux sont ubiquistes vivent dans les tubes digestifs aussi bien dans les milieux extérieurs (sol et eau) comme le cas des *Salmonella spp*, par contre, *E.coli* ne peut vivre que dans le seul habitat fécal. La présence de ce dernier dans une eau est la preuve majeure que l'eau a subi une contamination par les matières fécales.

La présence des streptocoques fécaux dans les eaux indique généralement une pollution fécale. La recherche de ce groupe de bactéries dans l'eau constitue un complément justifie a celle des coliformes thermotolérants. Ils ne sont pas aussi ubiquitaires mais toujours présents dans les fèces d'animaux a sang chaud. Comme ils témoignent d'une contamination fécale ancienne et de ce fait ils sont plus fiables que les coliformes.

Nous pouvons ainsi conclure que l'eau étudiées est contaminée principalement par les rejets des eaux usées ainsi que par les déjections des différentes espèces animales qui fréquentent régulièrement le barrage pour s'abreuvoir.

Le degré de contamination peut être explique par l'importance de ces rejets et des saisons chaudes qui favorisent la multiplication des bactéries. Ce qui rend, le système d'autoépuration délicat.

Selon les Recommandations algériennes pour la qualité de l'eau potable en Algérie, la concentration maximale acceptable d'*E. coli*, d'entérocoques et de dans l'eau potable a été établie à «aucun micro-organisme détectable par volume de 100 ml », idem pour les Bactéries sulfitoréductices y compris les spores «aucun micro-organisme détectable par volume de 20 ml » (**JORA, 2011**).

Les résultats bactériologiques montrent une variation spatio-temporelle de la charge bactérienne des eaux du barrage et des valeurs supérieures aux valeurs guides fixées par la réglementation Algérienne et par l'OMS. On noté aussi l'existence de germes pathogènes nuisible pour la santé humaines. Donc cette eau est impropre à la consommation humaine

Par contre les valeurs enregistrées durant notre étude sont très acceptables par rapport aux normes algériennes relatives a la qualité des eaux de surface destinées a la production d'eau potable (Annexe 2 et 3). Cela signifie que l'eau de Barrage de Babar doit subir des traitements avant d'être considérée comme potable.

Conclusion

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie. Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre.

Ce mémoire est destiné à évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique, des eaux de surface brute du barrage Babar wilaya de khencela.

La composition de l'eau brute est naturellement variable, mais contient généralement un ou plusieurs types des contaminants importants, sous forme d'ions dissous, des particules et d'organismes.

Le climat de la région étudiée est semi-aride. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 447 mm pour une température moyenne annuelle de 15.97 °C. L'évolution annuelle de ces deux paramètres permet de distinguer une période chaude et sèche et une période froide et humide.

Les résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques de barrage effectués sur différents points d'eau appartenant à cette région, ont permis de signaler les faits suivants ;

- ❖ Caractérisée par un PH alcalin, une température moyenne, une conductivité qui ne dépasse pas la norme algérienne.
- ❖ On conclue que les eaux surface de barrage Babar présente des valeurs qui ne dépassent pas les valeurs guides fixées par les directives algériennes et à celles de l'organisation mondiale de la santé (OMS) pour l'eau superficielles destinée a la consommation et a l'irrigation.

Du point de vue bactériologique (Coliformes fécaux, totaux, Streptocoques fécaux, Clostridium sulfita-réduction...) les eaux des barrages analysées sont des eaux polluées et présentent une contamination bactériologiques d'origine fécale dangereuse pour la santé humaine. Mais cela n'empêche pas son utilisation pour l'irrigation ou pour la consommation humaine après les traitements nécessaire.

Références bibliographiques

1. **Ait Hamlet, (1998).***Contribution à l'étude de la qualité de huites oueds de la Wilaya d'El Taref; aspects microbiologique et écologique* [Mémoire de magister en microbiologie appliquée. Universitaire d'Annaba]
2. **Amimer, S. (2015).** *Analyse physico-chimiques et bactériologique des eaux brutes du Barrage de Boukerdane et des eaux traitées au niveau de la station de traitement des eaux potables de sidi Amer* [Mémoire de Master, Université Blida-1].
3. **Aminot, A., Kérouel, R. (2004).** Hydrologie des écosystèmes marins: paramètres et analyses. Editions Quae
4. **Amirat, A., Nesiri, S. (2017).** *Étude de la qualité bactériologique de l'eau de citerne vendue dans la ville d'Ouargla* [Mémoire de Master, Université KASDI MERBAH, OUARGLA]
5. **Amirat, A., Neciri, S. (2017).** *Etude de la qualité bactériologique de l'eau de citerne vendue dans la ville d'Ouargla* [Mémoire de Master, Université de Ouargla].
6. **Bambou, L. (2018).** *Suivi des paramètres physico-chimiques et biologiques des eaux brutes et traitées de la STEP est de Tizi Ousou.* [Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou].
7. **Bara, Y. (2016).** *Étude comparative de la qualité physico-chimiques et bactériologique de l'eau du barrage de hammam Debagh avant et après traitement cas de la station de traitement de Hammam Debagh-Guelma* [Mémoire de master, Université 8 Mai 1945 Guelma].
8. **Belmaziz, M. Djalal, F. (2016).** *Analyses microbiologiques, biochimiques et biotechnologiques des levures issues du cépage cinsault cultivé dans la commune Ben Abdemalek Ramdane (wilaya de Mostaganem)* [Mémoire de Master, Université de Mostaganem].
9. **Bengarnia, B. (2016).** *Contribution à la l'étude et l'évaluation de la qualité physico-chimiques et bactériologique des eaux de consommation de la région d'Oued Es-saura cas de Béni-Abbés, Ougarta et zeghamra* [Thèse de doctorat, Université d'Oran1].
10. **Bennana, M. (2012).** *Étude de la pollution de l'eau et du littoral du lac de Hassi ben Abdallah* [Mémoire de Master, Université de Ouergla].
11. **Bordet, J. (2007).** L'eau dans son environnement rural. *Assainissement des agglomérations.* Paris: Johanet.
12. **Boumelik, A. (2014).** *Approche statistique de la modélisation de la pollution côtière: cas du littoral Ouest Algérien.* [Mémoire de Magister, Université de Sidi Bel abbés].

13. Boussebouaa, H. (2002). *Elément de microbiologie générale*. Campus-Club (2ème Edition), Algérie,
14. Boussena, S. (2020). Manuel des travaux pratiques de bactériologie.
15. Bouziani, M. (2000). *L'eau de la pénurie aux maladies*. Ed. IBN-KHALDOUN.
16. Charabi, M. (2016). *Possibilités de réutilisation des eaux épurées et valorisation des boues de la station d'épuration de BOUMERDES W.BOUMERDES* [Mémoire master, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique].
17. Dahel, Z. (2009). *Analyse de la qualité bactériologique des eaux du littoral Nord-Est Algérien à travers un bio-indicateur la moule Perna perna* [Mémoire de Magistère, Université d'Annaba]
18. Debbih, H., Naili, B. (2014). *Etude de la qualité des eaux des barrages de l'est Algérien* [Mémoire de Master, Université Oum el bouaghi].
19. Dégrément .1984. Mémento technique de l'eau, 9e édition tom1
20. Delarras, C. (2010). *Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux*. Lavoisier (2e ed).
21. Fatmia, Z, I.E. (2019). *Analyses physico-chimiques de l'eau de mer au niveau quelques sites de rejets de eaux usées côté de Mostaganem* [Mémoire de Master, Université de Mostaganem]. *hydrochimie de bassin versant du barrage de babare sur Oued elle Arab région est l'Algérie*. [Mémoire de Magister en Hydrolique, Université de batan 2].
22. Halassi, I. (2017). *Ecologie de l'erismature à tête blanche Oxyura leucocephala dans les zones humides du littoral Est de l'Algérie* [Thèse de Doctoral, Université Ferhat Abbas].
23. Gaagai, A. (2009). *Etude hydrologique et et Hydrochimique du bassin versant du barrage de BABAR sur Oued el ARAB région Est de l'Algérie* [Tese de doctorat, Université de Batna 2].
24. Illal, A., Cherfaoui, S.(2018). *Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau consommation la ville de bouira* [Mémoire de Master, Université Bouira]
25. Kallech, M., Dahmane, H. (2019). *qualité physico-chimique bactériologique eaux de puits dans la région ainsi defla* [Mémoire Master, Université de Khemis Miliana AinDefla].
26. Kallech, M., Dahmane, H. (2019). *Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits dans la région ain defla* [Mémoire Master, Université de Khemis miliana].

27. Kerfah, K., Bahloul, S. (2016). *Etude de la qualité physico-chimique des eaux barrage de bouroumi (el mostakbal)* [Mémoire Master, Université de Khemis miliana].
28. Khabtane, A. (2014). *Contribution a l'étude des caractérisse morphologiques physiologique et des marqueurs moléculaires pour l'évaluation du polymorphismes phénotypique et génétique des espèces du genre Tamarix dans différents écotopes de la zone steppique de Khenchela (Est algérien)*. [Thèse de doctorat, Université de Constantine].
29. Martin, L. (2003). *Introduction à la microbiologie*. Saint-Laurent : Ed. du Renouveau pédagogique
30. Mebarki, A. (2005). *Hydrologie de bassin de l'est Algérien ressources en eau, aménagement et environnement* [Thésée de Doctorat, Université de Constantin].
31. Mekaoussi, N. (2014). *Comportement des éléments chimiques dans les eaux de surface de hammam debagh (est algérien)* [Mémoire de Magister, Université de Batna].
32. Mekhloufi, A., Ouanoughi, R. (2016). *Etude des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux du barrage de BOUKOURDAN (Tipaza)* [Mémoire de Master, Université de Blida].
33. Mekhloufi, A., Ouanoughi, T. (2017). *Étude des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux du barrage de BOUKOURDANE (Tipaza)* [Mémoire Master, Université De BLIDA].
34. Nicklin, J., Graeme-Cook, K., Paget, T. et Killington, R. (2000). *Microbiologie*. Berti éditions.
35. Ouadfel, I., Mrezkani, K. (2021). *Etude hydro écologique planctonique du barrage de Babbaer wilaya de Khenckela*. [Mémoire master, Université d'Oum El Bouagui]
36. Raham, F.Z., kouloughli, R. (2017). *Evaluation de la qualité des eaux souterraines d'ouled rahmoun* [Mémoire de Master, Université de Constantine].
37. Riguet, N H. (2019). *Contribution à l'étude de qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de sources (Guedila, Manbaa et El-Kantara); cas d'étude la région de Biskra* [Mémoire de Master, Université de Biskra]. http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/13491/1/Nour_El_Houda_RIGUET.pdf.
38. Rodier. (2009). *L'analyse de l'eau*. 9 édition : Dunod .
39. Rouabhi Amar. 2020. *Bioclimat et changement climatique*. Polycopie de cours. Département des Sciences Agronomiques, Université Ferhat Abbas - setif1.
40. Sablonnière, B . (2002): *Biologie, microbiologie: résumé de cours, exercices corrigés*. Ellipses.

41. **Schrivier-Mazzuoli, L. (2012).** La gestion durable de l'eau: Ressources-Qualité-Organisation. Dunod.
42. **Smail,H. (2011).***Evaluation microbiologique et physico-chimique de l'eau du barrage de Timgad (wilaya de Batna)* [Mémoire de Master, Université de Khenchela].
43. **Touati, L. (2021).** pollution des eaux [Note de Cours]. Département de biologie et écologie végétale, Université de Constantine.
44. **Zouag, B ., Belhadj, Y. (2017) .** *Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta « Tlemcen »* [Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Doctorat en pharmacie, Université de Tlemcen]. [Http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/10281/1/Analyse-physico-chimique-et-bacteriologique-et-parasitologique-de-leau-de-mer-traitee-par-la-station-de-dessalement-de-Souk-Tleta-Tlemcen.PDF](http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/10281/1/Analyse-physico-chimique-et-bacteriologique-et-parasitologique-de-leau-de-mer-traitee-par-la-station-de-dessalement-de-Souk-Tleta-Tlemcen.PDF).
45. **Zouaoui, I., Hagain, B. (2021).** *Typologie de la qualité physico-chimique l'eau du barrage de Babar wilaya de Khenchela.* [Mémoire de master. Université de Khenchela].

Webographie

1. (UNDESA, 2015) :

<https://www.un.org/fr/waterforlifedecade/about/background.shtml>

consulté le (12/3/2022)

2. Anonyme 01. d-maps.com.

https://d-maps.com/carte.php?num_car=187238&lang=fr. Consulté le 4/06/2020

3. Anonyme 02.

<https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Ffac.umc.edu.dz%2Fsnv%2Ffaculte%2Fbiblio%2Fmmf%2F2016%2F67.pdf&psig=AOvVaw2bPm6uRvyHalULvbXg0oOG&ust=1654443819244000&source=images&cd=vfe&ved=0CAwQjRxqFwoTCJj75NORIPgCFQAAAAAdAAAAABAI>. Consulté le 4/06/2020

ANNEXES

Annexe 01

COMPOSITION DES MILIEUX CULTURE :

- ❖ **BCPL (bouillon lactosé au bromocrésol -pourpre) :** il permet de rechercher et de dénombrer les coliformes ,par la fermentation du lactose et la production de gaz .
Il y a deux types :

- **DOUBLE CONCENTRATION :**
- **SIMPLE CONCENTRATION :**

- ❖ **MILIEU DE CHAPMANE :** Le milieu de chapmane mannité est un milieu sélectif pour la culture des staphylocoques.

- ❖ **MILIEU DE MAC CONKEY :**

FORMULE :

- ❖ **VIANDE FOIE(VF) :**

MILIEU DE BASE :

Au moment de l'emploi : Ajouter à 20ml de base fondé

Sulfate de sodium4 gouttes.

Alun de fer2gouttes.

- ❖ **Gélose nutritive :** la gélose nutritive est un milieu qui convient à la culture des germes ne présentant pas d'exigences particulières.

Formule :

- ❖ **Roth(bouillon glucose l'acide de sodium) :**

Il y a deux type :

Double concentration :

Simple concentration :

- ❖ **Eva-Litsky :**

- ❖ **Réactives :**

✓ **Réactif TDA :** pour la recherche de tryptophane désaminase

✓ **Réactif de Voges Proskauer(VP) :**

✓ **VP1 ,VP2**

- ❖ **Réactif Kovax :** pour la recherche de l'indole

Annexe 02

Objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations				
Groupes de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur maximale	
			Eaux superficielles	Eaux souterraines
Paramètres organoleptiques	Couleur	Mg/l Echelle Pt	200	20
	Odeur(taux dilution à 25°)	–	20	3
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Chlorures	Mg/l Ci	600	500
	Concentration en ions hydrogène (ph)	Unité PH	≥6.5 et ≤9	≥6.5 et ≤9
	Conductivité	µS/cm à20°C	2800	2800
	Demande biochimique en oxygène (DBO5)	mg/l O2	7	<3
	Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l O2	30	–
	Matières en suspension	mg/l	25	25
	Sulfates	mg/l SO4	400	400
	Taux de saturation en oxygène dissous	%O2	30	>70
	Température	°C	25	25
	Ammonium	Mg/l	4	0.5

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N°34

17Rajab1432

19juin2011

Annexe (Suite)

Group de Paramètres	Paramètres	Unité	Valeur maximale	
			Eaux superficielles	Eaux souterraines
	Baryum	mg/l	1	0.7
	Bore	mg/l	1	1
	Fer dissous	mg/l	1	0.3
	Fluor	mg/l	2	1.5
	Manganèse	mg/l	1	0.05
	Nitrates	Mg/l NO3	50	50
	Phosphore	mg/l	10	5
	Arsenic	µg/l	100	10
	Cadmium	µg/l	5	5
	Chrome	µg/l	100	50
	Cuivre	mg/l	2	0.05
	Cyanures	µg/l	100	50
	Mercure	µg/l	10	6
	Plomb	µg/l	50	10
	Sélénium	µg/l	50	10

	Zinc	mg/l	5	5
	Hydrocarbures polycycliques aromatiques	µg/l	1	0.2
	Hydrocarbures dissous	µg /l	1000	10
	Phénols	µg/l	2	0.5
	Agents de surface	mg/l	0.5	0.2
	Azote Kjeldhal	mg/l	3	1
	Pesticides	µg /l	1	0.5
Paramètres microbiologiques	Escherichia coli	n/100ml	20.000	20
	Entérocoques	n/100ml	10.000	20
	Salmonelles	-	Absence dans 1000 ml	Absence dans 5000ml

Annexe 03

18Rabie Ethani 1432 23mars 2011	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N°18			9
ANNEXE (suite)				
Paramètres chimiques (suite)	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES	
	Chlorure de vinyle	µg /l	0.3	
	1,2- Dichloroéthane	µg /l	30	
	1,2- Dichlorobenzène	µg /l	1000	
	1,4- Dichlorobenzène	µg /l	300	
	Trichloréthylène	µg /l	20	
	Tetrachloroéthylène	µg /l	40	
Radionucléides	Particules alpha	Picocurie/l	15	
	Particules bêta	Militaires/an	4	
	Tritium	Bequerel/l	100	
	Uranium	µg /l	15	
	Dose totale indicative (DTI)	(mSv/an)	0.1	
Paramètres microbiologiques	Escherichia coli	n/100ml	0	
	Entérocoques	n/100ml	0	
	Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	n/20ml	0	
Tableau2 : PARAMETRES AVEC VALEURS INDICATIVES				
GROPE DE PARAM2TRES	PARAM2TRE	UNITES	VALEURS INDICATIVES	
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Platine	15	
	Turbidité	NTU	5	
	Odeur à 12°C	Taux dilution	4	
	Saveur à 25°C	Taux dilution	4	
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l en CaCO3	500	
	Calcium	mg/l en CaCO3	200	
	Chlorures	mg/l	500	
	Concentration en ions hydrogène	Unité PH	6.5 ET 9	
	Conductivité à 20°C	µS/cm	2800	
	Dureté	mg/l en CaCO3	200	
	Potassium	mg/l	12	
	Résidu sec	mg/l	1500	
	Sodium	mg/l	200	
Sulfates	mg/l	400		
Température	°C	25		

Annexe 04

<i>Test</i>	<i>Résultats AP20E</i>	
ONPG	<i>Positive</i>	<i>Négative</i>
	<i>Incolore</i>	<i>Jaune</i>
ADH	<i>Jaune</i>	<i>Rouge/orange</i>
LDC	<i>Jaune</i>	<i>Orangé</i>
ODC	<i>Jaune</i>	<i>Rouge/orange</i>
CIT	<i>Vert</i>	<i>Bleu-ver/orange</i>
H2S	<i>Incolore</i>	<i>Noir</i>
URE	<i>Jaune</i>	<i>Rouge/orange</i>
TDA	<i>Jaune</i>	<i>Marron</i>
IND	<i>Incolore</i>	<i>Rose</i>
VP	<i>VP1+VP2</i>	
	<i>incolore</i>	<i>Rose/rouge</i>
GEL	<i>Pas de diffusion de pigment noir</i>	<i>Diffusion de pigment noir</i>
GLU	<i>Bleu/bleu vert</i>	<i>Jaune/vert jaune</i>
MAN	<i>Bleu/bleu vert</i>	<i>Jaune</i>
INO	<i>Bleu/bleu vert</i>	<i>Jaune</i>
SOR	<i>Bleu/bleu vert</i>	<i>Jaune</i>
RHA	<i>Bleu/bleu vert</i>	<i>Jaune</i>
SAC	<i>Bleu/bleu vert</i>	<i>Jaune</i>
MEL	<i>Bleu/bleu vert</i>	<i>Jaune</i>
AMY	<i>Bleu/bleu vert</i>	<i>Jaune</i>
ARA	<i>Bleu/bleu vert</i>	<i>Jaune</i>
NO3-NO2	<i>NIT1+NIT2 ,2-3min</i>	
	<i>Jaune</i>	<i>Rouge</i>

Annexe 05

Table de Mac Crady pour 5 tubes (germes/ 100ml)

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			NPP DANS 100ml	Limit de confiance à 95	
05 tube de 10ml D/C	05 tube de 1ml S/C	05 tube de 0.1ml S/C		Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	1	2	0.5	7
0	1	0	2	0.5	7
0	2	0	4	0.5	11
1	0	0	2	0.5	7
1	0	1	4	0.5	11
1	1	0	4	0.5	11
1	1	1	6	0.5	15
1	2	0	6	0.5	15
2	0	0	5	0.5	13
2	0	1	7	1	17
2	1	0	7	1	17
2	1	1	9	2	21
2	2	0	9	2	21
2	3	0	12	3	28
3	0	0	8	1	19
3	0	1	11	2	25
3	1	0	11	2	25
3	1	1	14	4	34
3	2	0	14	4	34
3	2	1	17	5	46
3	3	0	17	5	46
4	0	0	13	3	31
4	0	1	17	5	46
4	1	0	17	5	46
4	1	1	21	7	63
4	1	2	26	9	78
4	2	0	22	7	67
4	2	1	26	9	78
4	3	0	27	9	80
4	3	1	33	11	93

4	4	0	34	12	96
5	0	0	23	7	70
5	0	1	31	11	89
5	0	2	43	15	114
5	1	0	33	11	93
5	1	1	46	16	120
5	1	2	63	21	154
5	2	0	49	17	126
5	2	1	70	23	168
5	2	2	94	28	219
5	3	0	79	25	187
5	3	1	109	31	253
5	3	2	141	37	343
5	3	3	175	44	503
5	4	0	130	35	302
5	4	1	172	43	486
5	4	2	221	57	698
5	4	3	278	90	849
5	4	4	345	117	999
5	5	0	2240	66	754
5	5	1	348	118	1005
5	5	2	542	180	1405
5	5	3	918	303	3222
5	5	4	1609	635	5805