



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BORDJ BOU ARRERIDJ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologique



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BORDJ BOU ARRERIDJ

# Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie.

Spécialité : Microbiologie appliquée.

## Intitulé

Evaluation de la qualité

bactériologique

des eaux de puits de la région de Bordj Bou Arreridj

Présenté par : Rezig Asma

Sad Allah Hibat Allah

Soutenue le: 15/09/2019

Devant le jury :

Président : M. ZERROUQ Amina

MAA

Encadrant : M<sup>r</sup> BENSOIULAH Taqiyddine

MAA

Examineur : M<sup>r</sup> SADRATI Nouari

MAA

Année universitaire : 2018/2019



## DEDICACES

La vie n'est qu'un rêve tout commence puis s'achève, il y'a toujours un salut pour faire un début, il ya aussi une fin pour finir notre chemin et on doit se quitter pour se voir demain.

C'est avec un grand plaisir que je dédie ce modeste travail :

A celle qui a été toujours à mes cotés et à la personne la plus chère au monde : à toi maman BOUZIANE SOUAD.

A celui qui a combattu toute sa vie pour procurer tout ce dont j'avais besoin, celui qui m'a soutenu tout au long de mon parcours : à toi papa NOUREDDINE.

A mon très cher frère : ZAKARIA

A mes très chers sœurs : RANIA, KHALIDA et sa fils ADEM.

A tous ma famille

A toute la promotion microbiologie appliquée de BBA.

ASMA



**« Louange à Allah qui nous a guidés à ceci. Nous n'aurions pas été guidés, si Allah ne nous avait pas guidés ».**

A Dieu Le Tout Miséricordieux, Ton amour, Ta miséricorde et Tes grâces à mon endroit m'ont fortifiée dans la persévérance et l'ardeur au travail. الحمد لله

**A Ma Mere** la plus chère à mon coeur, la bougie qui a éclairé ma vie et qui a contribué à ma réussite, qui me suis toujours aidée avec ses conseils précieuses qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. 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. En vous, je vois la maman parfaite, toujours prête à se sacrifier pour le bonheur de ses enfants.

Merci pour tout.

**A Mon Cher Père**, Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

**A Mon Très Cher Mari Toufik**, Pour tout l'encouragement, le respect et l'amour que tu m'as offert, Je te dédie ce travail, qui n'aurait pas pu être achevé sans ton éternel soutien et optimisme. Tu es un modèle d'honnêteté, de loyauté et de force de caractère.

Que Dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein et que ce travail soit le témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle

**A Mes Chers Sœurs, et Frères :Mouna, Rado** et son mari **Mounir, Razki, Abdo, Alimo** et ma petite princesse **koka**, En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

**A mes beaux-parents: Lhaj said et Lhajja Zinebe Mohammed Dahmane**, Je ne pourrais jamais exprimer le respect que j'ai pour vous. merci pour Vos prières, vos encouragements et votre soutien.

Puisse Dieu, le tout puissant vous préserver du mal, vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.

**A mes beaux-frères et soeurs: warda, Noura, Saida, Karima** et la princesse **Marama, Fatoume, Mousa** et sa femme **Houria, Wassime** et sa Femme **Raouia, Fares** et leurs enfants. Merci de m'avoir accueilli parmi vous. Puisse ce travail témoigner de ma profonde affection et de ma sincère estime.

**A ma grande famille:** je cite en particulier **mon cher oncle Said, sa femme** et ses enfants, **Soria, Narimane** et son petit **Abd El-rahmen, Hinda, Ranya et Moussa**

**Et à tout les membres de la famille SAD AHHAL et FITAS**

**A mes chères amies, Rofaida, Dahbia, Samiha, Asma, Yasma et Rania** je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection, vous êtes pour moi des sœurs sur qui je peux compter.

A tous mes enseignants durant ma formation et notamment mon encadreur

**Mr.**

**BENSOUILAH Taqiyeddine**

A tous mes amis et collègues des études avec lesquels j'ai passé des beaux moments

Je dédie ce travail.

**HIBA.**

## Remerciements

*Avant tout, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant, le Miséricordieux, de nous avoir donné le courage, la force, la santé et la persistance et de nous avoir permis de finaliser Ce travail dans de meilleures conditions.*

*Nous tenons à exprimer nos hautes considérations et présenter nos vifs remerciements à notre encadreur Monsieur BENSOUILAH Taqiyeddine pour l'effort fourni, les conseils prodigués, sa patience et sa persévérance dans le suilll.*

*Nous tenons à remercier aussi Monsieur KHALIL l'ingénieur de laboratoire phytologie et Madame WAHIBA l'ingénieur de laboratoire de microbiologie à l'Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi, Bordj Bou Arreridj, qui nous ont aidés le long de notre partie pratique de ce travail.*

*Nous remercions également les membres de jury d'avoir bien voulu accepter de faire partie de la commission d'examineur.*

*Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, tout au long de la réalisation de ce travail.*

## **RESUME**

Les eaux souterraines sont menacées par diverses sources de pollution ponctuelles et diffuses. Pour évaluer la qualité de l'eau des puits destinés à la consommation humaine dans la région de BBA, nous avons réalisé un contrôle physique et bactériologique qui a porté sur cinq échantillons d'eau prélevés dans différents sites en milieu rural.

Les analyses ont été effectuées sur ces échantillons en recherchant éventuellement les germes indésirables : FMAT, Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux, Staphylocoques, Salmonelles, Clostridium sulfito-réducteurs et levures et moisissures.

Les résultats obtenus ont montré que la qualité physique est acceptable dans la mesure où la majorité des paramètres dosés: la température (17-24), pH(7.7-8.5) et la turbidité (0.01-0.20) ne dépassent pas les normes préconisées mais la qualité microbiologique est médiocre.

La pollution bactériologique constitue sans doute un danger non négligeable à la santé des populations consommatrices de ces eaux.

**Mots clés:** eau, puits, qualité physique, qualité bactériologique, BBA.

## **ABSTRACT**

Groundwater is threatened by various punctual and diffuse sources of pollution. To assess the quality of wells water intended for human consumption in BBA, we performed a physical and bacteriological check were made on five water samples collected from different sites in rural areas.

The analyzes were performed on these samples looking for unwanted germs: total viable microbial counts, total coliforms, fecal coliforms , *Staphylococci*, *Salmonelle*, fecal *streptococci*, the sulphite-reducing *Clostridium* and yeasts and molds).

The results showed that the physical quality is acceptable since the majority of the measured parameters: temperature (17-24), pH(7.7-8.5) and turbidity (0.01-0.20) do not exceed the recommended standards, but the microbiological quality is poor.

The bacteriological pollution is no doubt a significant danger against the health of the consumer population of these waters.

**Keywords:** water, well, physical quality, bacteriological quality, BBA.

## المخلص

المياه الجوفية مهددة من قبل مختلف مصادر التلوث المنتشرة. من اجل تقييم نوعية مياه الآبار المخصصة للاستهلاك البشري في منطقة ب.ب.ع قمنا بإنجاز تحاليل فيزيائية و بكتريولوجية على خمسة عينات من المياه مستخرجة من مناطق ريفية مختلفة.

التحاليل أنجزت على العينات للبحث عن الجراثيم الغير مرغوب فيها : الجراثيم الكلية (FTAM)، مجموع القولونيات، المكورات العقدية البرازية، المكورات العنقودية، السالمونيلا، الكلوستريديوم.

النتائج المتحصل عليها توضح بأن النوعية الفيزيائية للمياه مقبولة حيث أن معظم المعايير المقاسة لا تتجاوز المعايير الموصى بها ولكن النوعية الميكريولوجية سيئة. التلوث البكتريولوجي بدون شك يشكل خطرا كبيرا على صحة مستهلكي هذه المياه.

**الكلمات المفتاحية:** المياه الآبار، النوعية الفيزيائية، النوعية البكتريولوجية، ب.ب.ع.

## **LISTE DES FIGURES**

<b>Figure 01:</b> Limites géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.....	3
<b>Figure 02:</b> Ressource en eau de la wilaya de Bordj Bou Arrerid.....	6
<b>Figure 03 :</b> La température moyenne de la wilaya de Bordj Bou Arrerid.....	8
<b>Figure 04 :</b> Le diagramme de la température maximale dans la wilaya de BBA.....	9
<b>Figure 05:</b> Le diagramme ombrothermique de la région de BBA (1992-2017).....	13
<b>Figure 06 :</b> Climagramme d'Emberger de la région de BBA.....	15
<b>Figure 07:</b> Schéma représente le dénombrement des ASR.....	23
<b>Figure 08:</b> Schéma représente le test de présomption en milieu liquide.....	26
<b>Figure 09:</b> Schéma représente test de confirmation en milieu liquide.....	27
<b>Figure10:</b> Les valeurs de température des échantillons d'eau des puits.....	29
<b>Figure 11:</b> Les valeurs de pH des échantillons d'eau des puits.....	29
<b>Figure 12:</b> Les valeurs de conductivité électrique des eaux des puits.....	30
<b>Figure 13:</b> Les valeurs de turbidité des échantillons des eaux des puits.....	31



## Liste des tableaux

<b>Tableau I:</b> Les ressources en eaux dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj.....	6
<b>Tableau II:</b> Températures mensuelles moyennes pour la région de BBA (période allant de 1992 à 2017).....	7
<b>Tableau III:</b> Températures annuelle moyennes pour la région de BBA.....	8
<b>Tableau IV:</b> Evaporation annuelle moyennes pour la région de BBA.....	9
<b>Tableau V:</b> Résume les valeurs moyennes mensuelles d'humidité.....	10
<b>Tableau VI:</b> Répartition moyenne mensuelles des précipitations (mm) (période allant de 1992 à 2017).....	10
<b>Tableau VII:</b> Répartition moyenne annuelles des précipitations (mm) (période allant de 19192 à 2017).....	10
<b>Tableau VIII:</b> L'application numérique formule de TURC pour la région de BBA.....	11
<b>Tableau IX:</b> L'évapotranspiration potentielle (ETP) calculé par la formule de Thornthwaite.....	12
<b>Tableau X:</b> Classification du climat selon l'indice d'aridité de Martonne.....	13
<b>Tableau XI:</b> Lieu et date de prélèvement.....	16
<b>Tableau XII:</b> Résultats des analyses physiques.....	28
<b>Tableau XIII:</b> Résultat du dénombrement du FTAM dans l'eau. ....	33
<b>Tableau XIV:</b> Résultat du dénombrement des coliformes.....	34
<b>Tableau XV:</b> Résultat du dénombrement des moisissures.....	35
<b>Tableau XVI:</b> Résultat du dénombrement des spores des Anaérobies sulfite-réducteurs.....	36
<b>Tableau XVII:</b> Résultat du dénombrement des staphylocoques.....	37
<b>Tableau XVIII:</b> Résultat de dénombrement des salmonelles.....	38
<b>Tableau XIX:</b> Résultat de dénombrement des Streptocoque fécaux.....	39

**Tableau XX:** représente les résultats d'analyse physique enregistrer dans déférente régions.....41

**Tableau XXI:** représente les résultats d'analyse microbiologique enregistrer dans déférente régions.....42

## LISTE D'ABRIVIATION

**ASR** : Anaérobie sulfito-réducteur.

**Avr** : avril.

**BBA** : Bordj Bou Arreridj.

**C** : coliforme .

**CE** : conductivité électrique.

**Cond** : conductivité.

**D/C** : double concentration.

**Déc** : décembre.

**E** : Echantillon.

***E. coli*** : *Escherichia coli*.

**Evap** : Evaporation.

**ET** : L'évapotranspiration.

**ETR** : évapotranspiration réelle.

**Fév** : février.

**FTAM** : flore total aérobie mésophile.

**g** : Gramme.

**h** :Heure.

**H<sup>+</sup>** : ions hydrogènes.

**HR** : Humidité relative.

**H<sub>2</sub>S** : Sulfure .

**IDM** : Indice de De Martonne.

**ISO** : Organisation internationale de standardisation.

**Jan** : janvier.

**Juil** : juillet.

**Km<sup>2</sup>** :kilomètre carré.

**m** : mètre.

**mm** : Millimètre.

**Mar** : mars.

**ml** : Millilitre.

**min** : minute.

**moy** : moyenne.

**ND** : non dénombré.

**NF** : Norme Française.

**Nov** : novembre.

**NPP** : Nombre le plus probable.

**NTU** : Unité de Turbidité Néphélométrique.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**Oct** ; octobre.

**p** : précipitation.

**PCA** : Plate Count Agar.

**pH** : potentiel d'hydrogène.

**S/C** : Simple concentration.

**Sep** : septembre.

**T** : température.

**T min** : température minimal.

**Turb** : turbidité.

**VRBG** : gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre.

**V** : volume.

**UFC** : unité formant colonie .

**μS/cm** : Microsiemens par centimètre.

**μl** : microlitre.

**%** : Pourcentage.

**Σ** : la somme.

**°C** : degré celsius.

## TABLE DES MATIERES

المخلص .....	I
RESUMES .....	II
ABSTRACT.....	III
LISTE DES FIGURES .....	IV
LISTE DES TABLEAUX .....	V
LISTE DES ABREVIATIONS.....	VII
INTRODUCTION .....	1

### Chapitre I: Description de la région d'étude Bordj Bou Arreridj

#### I.1. Description de la région d'étude

I.1.1.Situation géographique.....	3
I.1.2. Relief et morphologie.....	4
I.1.2.1.La zone montagneuse.....	4
I.1.2.2.La zone steppique.....	4
I.1.2.3.La zone des hautes plaines.....	4
I.3.Cadre géologique régional.....	5
I.3.1.Hydrologie .....	5
A-Le " Soummam ".....	5
B-le " chott du Hodna .....	5
C-Ressources et mobilisation des eaux .....	6
I.4. Aspect climatique.....	7
I.4.1.la température.....	7
I.4.2.l'évaporation .....	9
I.4.3.Humidité relative (HR).....	10
I.4.4.Précipitations.....	10
I.4.5.L'évapotranspiration .....	11
A-Formule de TURC.....	11

B-Formule de Thornthwaite.....	12
I.4.6.Rythme climatique.....	12
A-Diagramme pluviothermique.....	12
B-Indice d'aridité de De Martonne.....	13
C-Cimagramme d'Emberger.....	15

## **Chapitre II: Matériel et méthodes**

II.1.Matériel.....	16
II.2.Choix des sites.....	16
II.3.Prélèvements.....	16
II.4.Analyse physique.....	17
II.4.1.Détermination de la température.....	17
II.4.2.Détermination du Ph.....	17
II.4.3.Détermination Conductivité électrique (CE).....	17
II.4.4.Détermination de la turbidité.....	18
II.5.Analyse des paramètres bactériologiques.....	19
II.5.1.Recherche et dénombrement de la FTAM.....	19
II.5.2.Recherche et dénombrement des coliformes.....	20
II.5.3.Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	21
II.5.4.Recherche et dénombrement des spores des ASR.....	21
II.5.5.Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus.....	23
II.5.6.Recherche et dénombrement des Salmonelles.....	24
II.5.7.Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.....	25

## **Chapitre III: Résultat et discussion**

III-1-résultats et discussion des analyses physiques.....	28
III.1.1.1.la température T(C°).....	29
III.1.1.2. Le pH.....	29
III.1.1.3.conductivité.....	30

III.1.1.4.la Turbidité.....	31
III.2.Résultat et discussion des analyses microbiologique.....	32
III.2.1.Résultat de la flore total aérobie mésophile (FTA.....	32
III.2.2.Résultats de dénombrement des coliformes fécaux et totau.....	34
III.2.3. Résultats de dénombrement des moisissures .....	35
III.2.4.Résultats de dénombrement des ASR .....	36
III.2.5.Résultat des staphylocoques .....	37
III.2.6.Résultat de dénombrement des salmonelles.....	38
III.2.7.Résultat de la recherche des streptocoques fécaux:.....	38
CONCLUSION.....	43

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## ANNEXE

# **INTRODUCTION**



## INTRODUCTION

L'eau étant indispensable pour la vie, sa préservation et sa protection ou son traitement vis-à-vis des agents contaminants sont un impératif. De ce fait, la potabilisation des eaux de surface ou des nappes phréatiques constitue pour l'homme un challenge fondamental. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes ne signifie pas qu'elle est exempte de matières polluantes, mais que leurs concentrations ont été jugées assez faibles afin de ne pas mettre la santé du consommateur en danger (**Lanjri et al., 2014**).

La pollution de l'eau est la modification de sa qualité par les matières organiques et les microorganismes provenant des activités humaines. (**Isabelle, 2015**). La présence d'une véritable pollution des eaux lorsque la composition ou l'état des eaux est directement ou indirectement modifié du fait de l'activité de l'homme et dans une mesure telle que celles-ci se prêtent moins facilement à toutes les utilisations auxquelles elles pourraient servir à leur état naturel (**Vander, 1993**).

Les eaux souterraines représentent approximativement 97 % de la totalité des eaux douces continentales liquides. Certains travaux de recherches ont été réalisés sur la qualité des eaux souterraines concluent que les pollutions de ces eaux souterraines proviendraient d'une origine géologique et anthropique, notamment la pollution de surface puisque ses eaux sont en grande partie renouvelées par les eaux de pluies qui tombent en surface et qui s'infiltrent à travers le sol jusqu'à la nappe phréatique, emportant avec elle certains produits très solubles, d'autre côté L'épandage d'engrais et de pesticides en trop grande quantité sont des exemples courants de contamination diffuse qui peuvent affecter la qualité des eaux souterraines en milieu rural. et aussi l'infiltration des eaux usées (**Samuel, 2008; Aka et al., 2013; Ahoussi et al., 2013 ; Lagnika et al., 2014; Amadou et al., 2014; Nouayti et al., 2015**).

D'autres études ont révélées que la pollution des eaux souterraines est liée à la présence des fosses septiques, à l'absence du traitement, au manque du réseau d'assainissement et au non-respect des conditions d'hygiène publique (**Degbey et al., 2010 ; Fakih et al., 2014**).

Les effets induits par un manque d'eau ou par une eau de mauvaise qualité, sont souvent néfastes et causent chaque année des centaines de milliers de décès dans le monde entier. D'après l'OMS (2003), 80% de pathologie dans les pays en développement sont liées à l'eau. Parmi ces maladies, on peut citer, le choléra, la poliomyélite, la leptospirose, la fièvre

typhoïde et d'autres. Elles sont causées par divers groupes d'organismes (virus, bactéries, protozoaires etc...)

L'approvisionnement en eau potable des populations en quantité suffisante en toutes saisons demeure l'un des soucis majeurs des différents gouvernements (**Hawa, 2002**). La pollution grandissante due aux activités humaines couplées aux changements climatiques augmente la vulnérabilité des eaux douces.

La willaya de Bordj Bou Arreridj englobe plusieurs régions rurales, à vocation agricole, caractérisée par une irrégularité pluviométrique, et une sécheresse récurrente.

Le déficit pluvieux étant faiblement compensé par le réseau moderne d'adduction en eau potable et les barrages, les populations de cette zone ont toujours recours aux eaux de puits comme principale source pour les besoins domestiques mais surtout agricoles. Or en zone rurale agricole, la pollution diffuse, d'origine agricole est considérée comme une des causes majeures de dégradation de la qualité des eaux.

La présente étude vise donc à évaluer la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux de 5 puits dans différentes régions dans la willaya de Bordj Bou Arreridj.

Notre travail comporte trois parties

La première partie est consacrée pour l'étude bibliographique, une description générale présentant des caractéristiques générales de la région d'étude.

La seconde partie matériel et méthodes, représente la démarche suivie pour analyser la qualité microbiologique et physico-chimique de différents échantillons d'eau.

La présentation, la discussion des résultats obtenus et une comparaison, ont fait l'objet du dernier chapitre de ce travail.

## **CHAPITRE I :**

### **Description de la région d'étude**

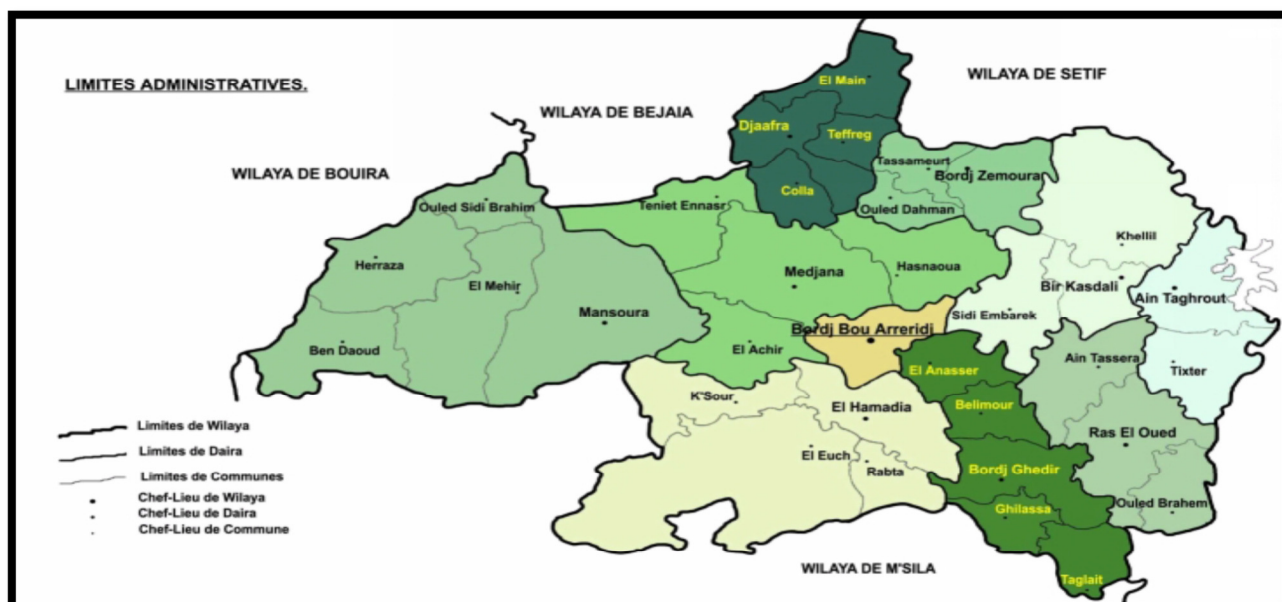
## II. Description de la région d'étude

### II.1. Situation géographique

Bordj Bou Arreridj s'étend sur une superficie de 3 920,42 Km<sup>2</sup> dans les hautes plaines centrales de l'Est Algérien. Géographiquement, la wilaya de Bordj Bou Arreridj est comprise entre les parallèles 35° et 37° de latitude Nord et entre les méridiens de longitude 4° et 5° à l'Est.

La ville de Bordj Bou Arreridj est située au point géographique 36° de latitude Nord et 4°30' de longitude Est (ANDI., 2013).

L'altitude de la région de Bordj Bou Arreridj varie entre le point culminant dans la commune de Taglait à 1 885 m sur Djebel Ech Chlendj de la chaîne des Maâdid et le point le plus bas sur l'Oued Bouselam à l'Est soit 302 m (ANIREF., 2013).



**Figure 1:** Limites géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (ANDI., 2013).

Cette région située sur les hauts plateaux Est du pays, occupant une place stratégique à mi-parcours du trajet séparant Alger de Constantine. Le Chef-lieu de la wilaya est située à 220 km à l'est de la capitale, Alger. Elle est limitée au Nord par la Wilaya de Béjaïa, à l'Est par la wilaya de Sétif, à l'Ouest par la wilaya de Bouira et au Sud par la wilaya de M'Sila.

La wilaya est composée de 10 daïras réparties comme suit : 1. Bordj Bou Arreridj, 2. Aïn Taghrout, 3. Ras El Oued, 4. Bordj Ghedir, 5. Bir Kasdali, 6. El Hamadia,

7. Mansoura, 8. Medjana, 9. Bordj Zemoura et 10. Djaafra, pour une population de 684927 habitants (soit une densité : 175 habitant/km<sup>2</sup>).

## **II.2. Relief et morphologie**

En général, la région de Bordj Bou Arreridj présente un relief local très rigoureux qui le rattache au cadre montagneux. Il occupe la partie Ouest des hautes plaines Sétifiennes avec une altitude moyenne de 1050 m et se caractérise par trois grands ensembles répartis comme suit:

### **II.2.1.La zone montagneuse**

Un massif montagneux homogène qui domine les hautes plaines de la partie Nord-Ouest qui constitue la continuité des montagnes de Medjana sous forme de collines et monticules dont le point culminant est le Djebel Morissane (1499m) (Annani , 2013).

Cette zone se caractérise par des reliefs modérés et des vallées qui l'encadrent par des grands versants, sa topographie est dissymétrique. Oued Bou L'Haf est un cours d'eau important (Annani, 2013).

Les flyschs des montagnes du Nord sont des argiles schisteuses épaisses entrecoupées par des bancs de calcaires et de grès. L'ensemble est très sensible à l'érosion mécanique. Les terres cultivables où domine l'arboriculture (oliviers, figuiers etc...) sont quasi inexistantes (Annani , 2013).

### **II.2.2.La zone steppique**

Se caractérise par une série de collines (Draà), dans la partie Nord-Est avec une altitude qui varie de 800m à 1100m.Cette série est interrompée en divers endroits par plusieurs cours d'eau et ravins secs qui reflètent le caractère accidenté du terrain. Les cours d'eau les plus importants sont Oued Barrog et Oued Guetasse.

La zone Sud-Ouest est constituée de sols légers à vocation agropastorale. Cependant, une sous zone traversée par l'Oued Lakhdar permet la pratique de cultures maraîchères et l'arboriculture fruitière en irrigué (Annani, 2013).

### **II.2.3.La zone des hautes plaines**

S'étend de la chaîne des Bibans à l'Ouest jusqu'au barrage de Ain Zada à l'Est. Au Nord, elle est limitée par les hauteurs de Teniet Ennasr et Bordj Zemoura et au Sud, par les monts des

Maâdid. La partie sud est relativement plate avec une légère pente qui forme un bassin demi-fermé avec altitude moyenne de 800 m à 900 m (**Annani , 2013**).

Cette zone se caractérise par un relief ondulé dont les parties hautes voient affleurer le substrat marneux et dont les parties basses sont noyées par des alluvions et colluvions. Les hautes plaines occupent les superficies les plus importantes. Avec une pluviométrie assez convenable comprise entre 400 et 600 mm, sauf durant la période de sécheresse, elles ont une vocation céréalière (**Annani, 2013**).

Cet ensemble est drainé par plusieurs cours d'eaux (Oued Soulit, Oued S'bid, oued Metrisse, Oued S'bih, Oued Boumergued, Oued Farah). Ces Oueds ne sont pas permanents et restent secs pendant l'été (**Annani, 2013**).

### **II.3.Cadre géologique régional**

La géologie de la région se compose de deux grands ensembles: le domaine Tellien qui occupe le territoire de la commune de Bordj Bou Arreridj (constitué de formations telliennes à prédominances marneuses et schisteuses) et de flysches numidiens localisés au Nord et se composant de formations allochtones qui affleurent au niveau de Djebel Morissane (constituée principalement d'alternance de grès à grains fins et d'argiles) (**Annani, 2013**).

#### **II.3.1.Hydrologie**

Le réseau hydrographique de Bordj Bou Arreridj est caractérisé par deux sens d'écoulement opposés principaux, séparés par une ligne de partage des eaux. Cette limite naturelle correspond à la limite de grands bassins versants (**Andi., 2013**).

**A-Le " Soummam " :** dont le sens d'écoulement principal est Sud - Nord et couvre la moitié septentrionale de la wilaya à prédominance marneuse ou argileuse imperméable (les points d'eaux y sont rares) (**A.N.R.H ., 1993 ; Annani F., 2013**).

**B-Le " chott du Hodna :** qui s'étend sur la moitié méridionale de la région de Bordj Bou Arreridj. Le principal écoulement est constitué par l'Oued Boussellam (**A.N.R.H ., 1993 ; Annani, 2013**).

On trouve de nombreuses sources ayant un débit appréciable. Les sources issues des reliefs ou des puits creusés dans les zones plus basses participent pour une large part à l'alimentation des populations en eau potable ainsi qu'à l'irrigation des parcelles agricoles.

L'insuffisance des ressources en eaux souterraines est justifiée par la nature peu perméable d'une grande partie des terrains du territoire de la wilaya (**Annani, 2013**).

Le barrage de Ain Zada, érigé sur l'Oued Bousselem permet d'alimenter des villes comme Ain Taghrout, Sidi Embarek, Medjana, Hasnaoua, Bordj Bou Arreridj, Sétif et El Eulma en eau potable et industrielle (**Annani, 2013**).

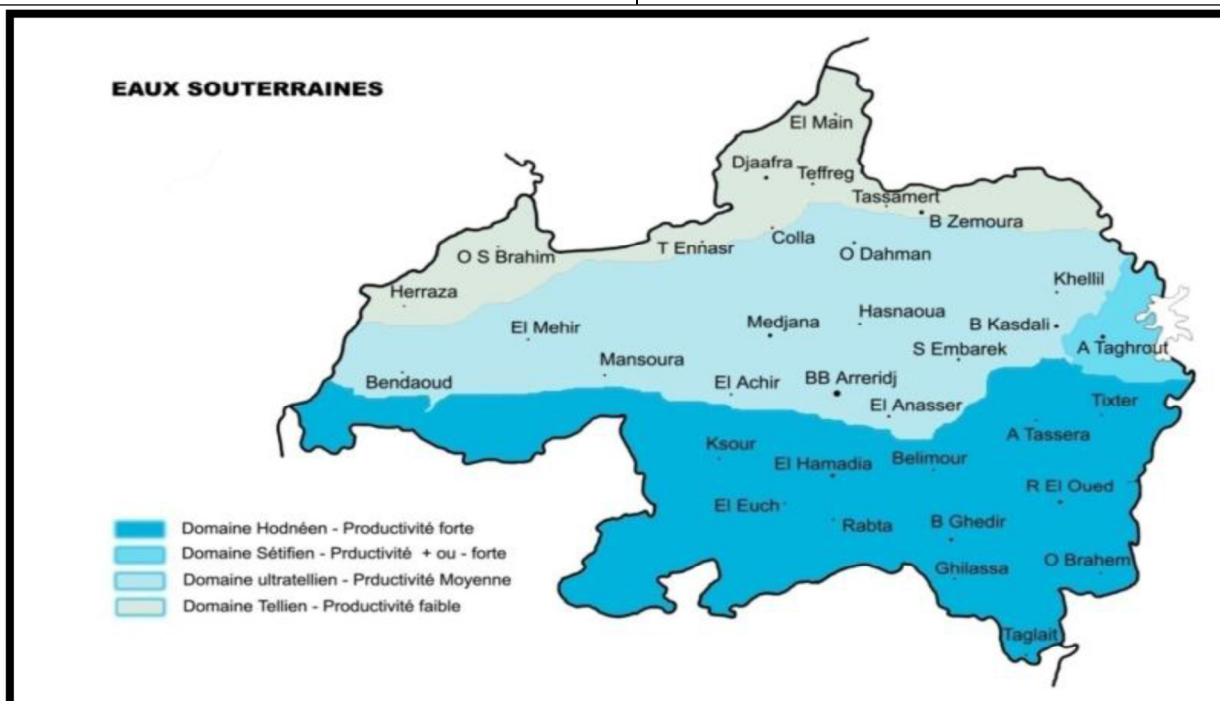
La wilaya enregistre la présence de thermes naturels, dont les eaux sont dotées de vertus curatives. Le thermalisme est exploité dans la centaine de sources thermales de la wilaya.

### C-Ressources et mobilisation des eaux

Les ressources en eaux de la wilaya de Bordj Bou Arreridj sont données dans le tableau I et la figure 2.

**Tableau I:** les ressources en eaux dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

Ressources souterraines	39.02 m <sup>3</sup>
Ressources superficielles	16.62 m <sup>3</sup>
Ressources totales	55.64 m <sup>3</sup>



**Figure 4:** Ressource en eau de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (**Andi., 2014**).

## II.4. Aspect climatique

L'Est algérien est la région la plus variée du pays sur le plan climatique. Aussi, tout bilan hydrologique se trouve-t-il directement influencé par les nuances du climat, plus spécialement par deux paramètres déterminants : pluviométrique (conditionnant l'alimentation en eau des rivières) et évaporométrique (pertes ou retour de l'eau à l'atmosphère).

Le climat est de type continental semi-aride aux hivers rigoureux et aux étés secs et chauds (Andi., 2013).

Cependant, il existe des contrastes pluviométriques liés à l'altitude entre les différentes régions de la wilaya. C'est au niveau des zones montagneuses que sont enregistrées les plus importantes précipitations (700 à 1 000 mm). Ailleurs, la pluviométrie est comprise entre 300 et 600 mm (Annani, 2013).

Les gelées blanches sont fréquentes sur les hautes plaines qui constituent un facteur limitant de la production agricole. Pendant le mois le plus froid les moyennes minima sont voisines de 0°C. Les vents les plus fréquents sont d'origine Nord-ouest pendant une plus grande partie de l'année, tandis que les vents venus du Sud (Sirocco) sont signalés en été (Annani., 2013).

### II.4.1.la température:

Les données relatives aux températures mensuelles moyennes pour la région de Bordj Bou Arreridj sont consignées dans le Tableau II.

**Tableau II :** Températures mensuelles moyennes pour la région de Bordj Bou Arreridj (période allant de 1992 à 2017) (Office national de la météorologie de BBA).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
1992	11.1	12	15.9	19.5	25.2	32	35.2	34.4	28	22.7	15.6	11.7
-	2.5	2.8	5.5	8.1	12.6	17.3	20.8	20.3	16	12.3	6.7	3.5
2017	6.2	6.8	10.9	13.4	18.4	23.8	27.5	26.7	21.2	16.7	10.5	7

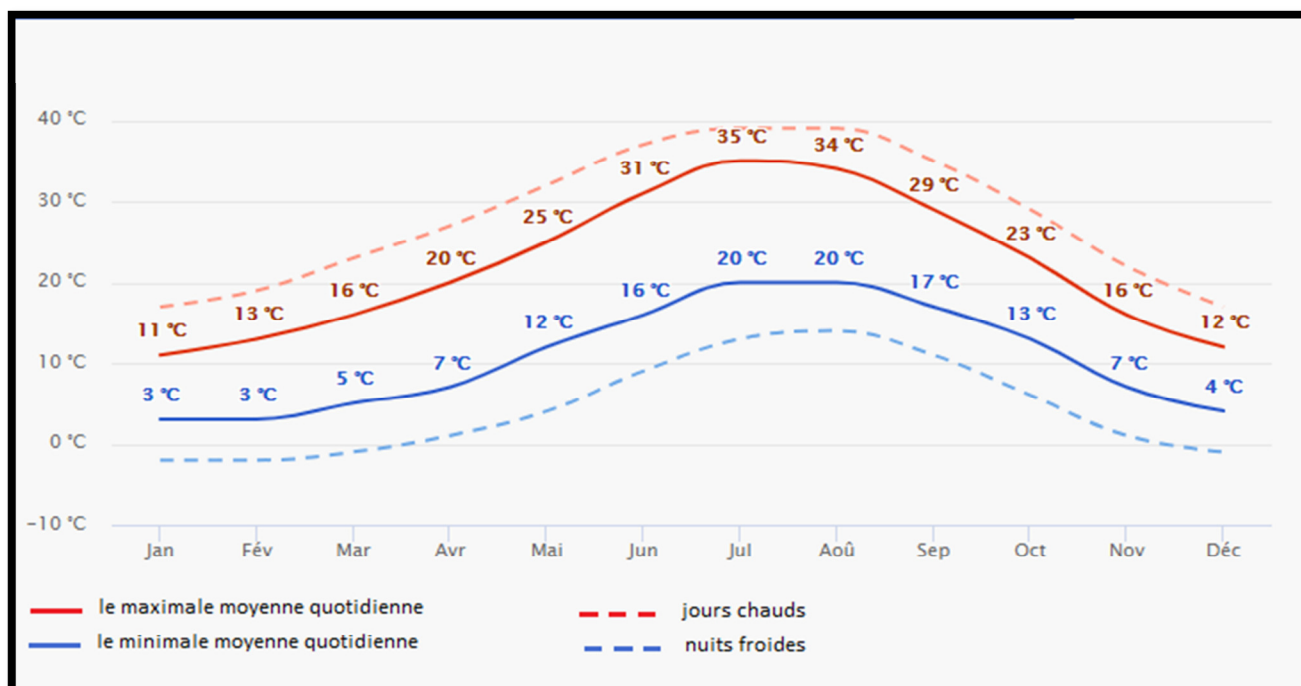
Le calcul des températures moyennes mensuelles selon la méthode de sommation des extrêmes et le calcul de leur moyenne arithmétique «  $M + m/2$  ». M : Moyenne des maxima. m : Moyenne des minima.



**Tableau III : Températures annuelle moyennes pour la région de Bordj Bou Arreridj (Office national de la météorologie de BBA).**

année	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
T C°	15.4	15.5	15.3	15.6	15.3	16.5	15.3	16.5	16	16.5	16.5

La figure 3 montre l'évolution mensuelle des températures minimales et maximales de la wilaya Bordj-Bou-Argeridj.

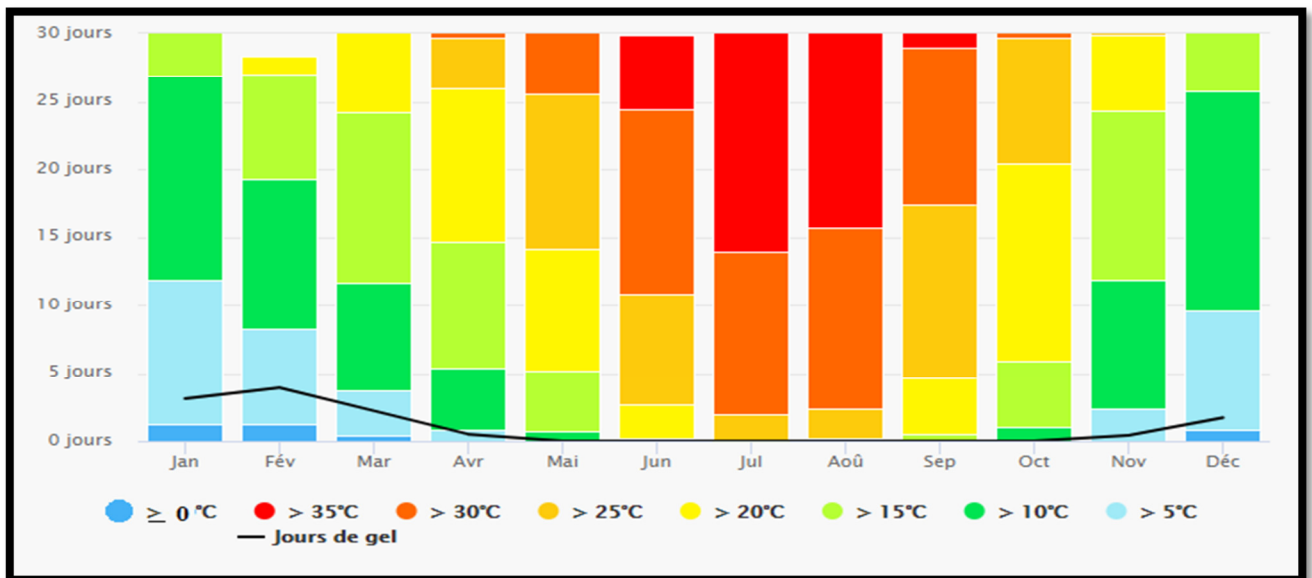


**Figure 5 : La température moyenne de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (meteoblue).**

La "maximale moyenne quotidienne" (ligne rouge continue) montre la température maximale moyenne d'un jour pour chaque mois pour Bordj-Bou-Argeridj. De même, «minimale moyenne quotidienne" (ligne bleue continue) montre la moyenne de la température minimale.

Les jours chauds et les nuits froides (lignes bleues et rouges en pointillé) montrent la moyenne de la plus chaude journée et la plus froide nuit de chaque mois des 30 dernières années.

La figure 4 montre la répartition mensuelle des températures de la wilaya B.B.A.



**Figure 4** : le diagramme de la température maximale dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj (meteoblue).

#### II.4.2.l'évaporation

L'évaporation est une part importante du cycle hydrologique point que sur les continents, environ 70 à 75 % du total de la précipitation annuelle retourne à l'atmosphère par évaporation et transpiration (**Schultz et Engman, 2000**).

L'eau peut s'évaporer à partir de nombreuses surfaces comme les lacs, les rivières, les sols, les routes et la végétation mouillée.

L'évaporation dépend essentiellement de deux facteurs associés à des facteurs météorologiques (la quantité de chaleur à disposition et la capacité de l'air à stocker de l'eau) mais aussi de facteurs physiques liés aux surfaces évaporantes. (Salinité, température, profondeur, étendue, teneur en eau du sol, capillarité, couleur du sol ...) (**ASCE, 1990**).

Les données climatologiques concernant les valeurs de l'évaporation enregistrée à la wilaya de Bordj Bou Arreridj sont résumé dans le tableau III.

**Tableau IV** : Evaporation annuelle moyennes pour la région de Bordj Bou Arreridj (**Office national de la météorologie de BBA**).

Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Evap(mm)	1227	1164	1262	760	1252	1069	1224	1174	1317	1312

### II.4.3. Humidité relative (HR)

C'est le rapport entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans un volume d'air à une température donnée et la quantité maximale de vapeur d'eau que peut contenir ce même volume d'air à la même température.

**Tableau V:** les valeurs moyennes mensuelles d'humidité (**Office national de la météorologie de BBA**).

Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
HR %	62	56	61	62	57	63	64	60	57.5	61

### II.4.4. Précipitations

Le climat de l'Algérie est marqué par la fréquence des pluies durant la période froide de l'année, et d'une période de sécheresse durant la saison chaude (**Kadik, 1987**). De même dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj, les données pluviométriques, exprimant la répartition mensuelle des précipitations, est très variable (Tableau VI).

**Tableau VI:** Répartition moyenne mensuelles des précipitations (mm) (période allant de 1992 à 2017) (**Office national de la météorologie de BBA**).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	mai	juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
P(mm)	36.4	30.2	32.7	38.7	38.2	19.7	9.8	16.7	47.4	30	31.5	33

**Tableau VII:** Répartition moyenne annuelles des précipitations (mm) (période allant de 1992 à 2017) (**Office national de la météorologie de BBA**).

Année	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
P(mm)	454.5	291.6	327.1	383.9	397.2	343.3	313	354.6	221.2	258.2	294.2	551.4	530
Année	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
P(mm)	342.6	334.8	457.1	391	379.6	386.9	402.6	309.2	392.1	317.3	379.8	260.3	341.3

### II.4.5. L'évapotranspiration

L'évapotranspiration (ET) décrit le transport de l'eau depuis la surface vers l'atmosphère, soit la somme de l'évaporation directe de l'eau du sol et la transpiration par les

plantes. Mis à part les précipitations, l'évapotranspiration est un des termes les plus significatifs du cycle de l'eau.

Elle est une composante essentielle du bilan hydrologique, permet de comprendre les mécanismes régissant les relations eaux de surface /eaux souterraines. D'autre part, l'étude de ce paramètre présente un grand intérêt pour l'évaluation des besoins en eau d'irrigation et celle de la fluctuation des niveaux piézométriques des nappes phréatiques, suite à des changements climatiques (Hamadi, Chiraz. m. 2003).

Plusieurs formules peuvent être utilisées afin d'estimer simplement l'évapotranspiration ;

### A-Formule de TURC

$$ETR \text{ (mm/an)} = P / (0,9 + P^2/L^2)^{1/2}$$

ETR : évapotranspiration réelle (mm).

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

$$L = 300 + 25 t + 0.05 t^3.$$

t = température moyenne annuelle (c°).

**Tableau VIII:** l'application numérique la formule de TURC pour la région de BBA.

P (mm)	T (C°)	L	ETR (mm/an)
341.3	16	702.4	528.8

### B-Formule de Thornthwaite

La formule de Thornthwaite est utilisée lorsqu'on ne dispose que de la température

$$ETP(m) = 16 * \left[ \frac{10 * \bar{T}(m)}{I} \right]^a * F(m,\varphi)$$

comme seule donnée climatique. Elle exprime l'évapotranspiration potentielle (ETP) par la formule suivante : (Agoussine, Saidi et Igmoulan 2004). Avec:

- ETP(m) : l'évapotranspiration moyenne du mois m (m = 1 à 12) en mm.
- T : moyenne interannuelle des températures du mois °C.
- a :  $0.016 * I + 0.5$  ; I : indice thermique annuel :

$$I = \sum_{m=1}^{12} i(m) \qquad i(m) = \left[ \frac{\bar{T}(m)}{5} \right]^{1.514}$$

**Tableau IX :** L'évapotranspiration potentielle (ETP) calculé par la formule de Thornthwaite.

Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
10,28	11,88	31,54	47,72	89,62	139,48	180,91	161,01	96,88	61,01	24,73	12,19

## II.4.6. Rythme climatique

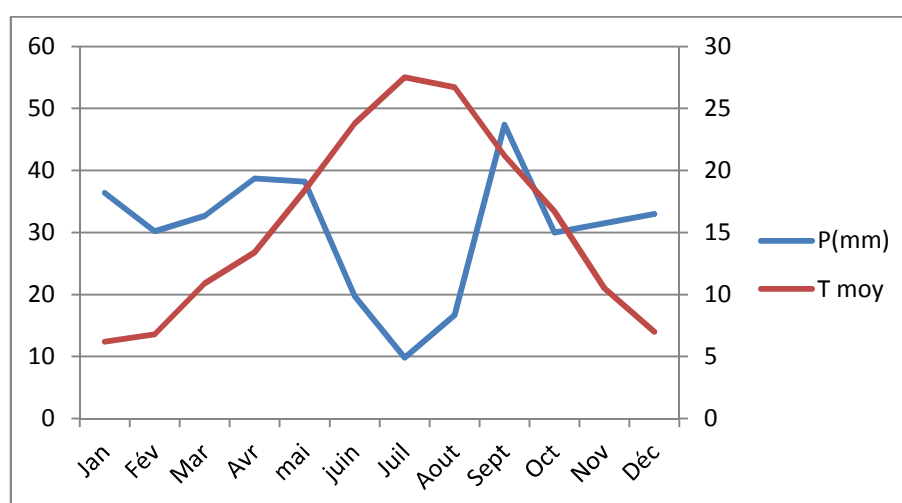
### A-Diagramme pluviothermique

Un diagramme ombrothermique ou pluviothermique présente conjointement les données relatives aux précipitations et à la température pour une station donnée. Il permet de déterminer quel est le climat de cette station.

C'est un type particulier de diagramme climatique qui représente les variations mensuelles sur une année, des éléments du climat d'une région du point de vue températures et précipitations (**Dajoz., 1985**).

Le diagramme permet de préciser et de mettre en évidence la durée de la période sèche, elle s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en millimètres est inférieure au double de la température moyenne (T) exprimée en degrés Celsius ( $P < 2T$ ).

Pour les mois secs, la courbe des précipitations est située en dessous de la courbe des températures.



**Figure 6:** Le diagramme ombrothermique de la région de BBA (1992-2017)

La période sèche est représentée sur le graphique par cette position relative des deux courbes.

L'observation du diagramme des années 1992 à 2017 montre cinq mois secs allant du mois de Mai jusqu'au mois de septembre.

### **B-Indice d'aridité de De Martonne**

En se basant sur des considérations essentiellement géographiques, De Martonne (1926) a défini l'aridité du climat à l'échelle annuelle par le quotient :  $I = P/(T+10)$ .

Cet indice permet de caractériser le pouvoir évaporant de l'air à partir de la température, l'aridité augmente quand la valeur de l'indice diminue.

Au niveau mondial, De Martonne a proposé six grands types de macroclimats allant des zones désertiques arides ( $I < 5$ ) aux zones humides à forêt prépondérante ( $I > 40$ ).

De Martonne a également défini un indice utilisable à l'échelle mensuelle. Pour un mois donné caractérisé par une précipitation et une température moyennes  $p$  (en mm) et  $t$  (en °C), l'indice d'aridité mensuel est :  $I = 12 p / (t + 10)$

**Tableau X** : Classification du climat selon indice d'aridité de De Martonne.

Valeur de IDM	Type de climat	Signification
< 5	Aridité absolue	désert sans culture
10 à 20	semi-aride	formations herbacées, steppes ou 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

La pluviométrie est multipliée par 12 de façon à obtenir une valeur de l'indice comparable à celle de l'indice annuel.

Ces indices expriment la sécheresse mais ne permettent pas de savoir à partir de quel moment un mois est vraiment "sec". Dans l'impossibilité de résoudre ce problème, différents seuils plus ou moins arbitraires ont été proposés. La valeur la plus couramment utilisée pour un mois sec est  $I \leq 20$

Pour la willaya de Bordj Bou Arreridj : les données climatologiques de la station de Boumargad on enregistrer pour l'année 2018 :

précipitation annuelle moyenne : 341.3 mm

température annuelle moyenne : 16.5°C

Donc l'indice de De Martonne :

$$I = 12.87$$

Alor selon l'indice de De Martonne la willaya de Bordj Bou Arreridj a un climat semi-aride.

### **C-Cimagramme d'Emberger**

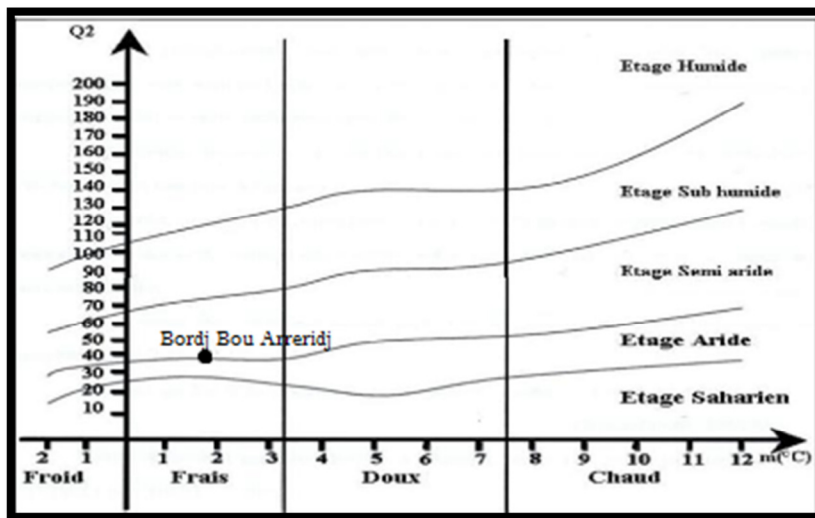
Le climagramme d'EMBERGER permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une station donnée. Il est déterminé à partir de la formule:  $Q2 = 2000P / M2 - m$ , dont :

- P: précipitation annuelle (mm).
- M: la température maximale du mois le plus chaud en °C.
- m: la température minimale du mois le plus froid en °C.

En appliquant la formule suivante élaborée par STEWART pour l'Algérie et le Maroc, soit:

- $Q2 = 3.43 (P/M-m)$

- Q: le quotient pluviométrique d'EMBRGER.
- P: Pluviométrie annuelle moyenne en mm.
- M: Moyenne maximale du mois le plus chaud en °C.
- m: Moyenne minimale du mois le plus froid en °C (STEWART, 1968).



**Figure 7 :** Climagramme d'Emberger de la région de BBA.

Après application de cette formule ( $Q2 = 37.21$ ), la zone d'étude se trouve soumise à l'étage bioclimatique aride à hiver frais.



## **CHPITRE II:**

### **Matériel et Méthodes**

## II. Matériel et Méthodes

Dans ce chapitre, nous allons résumer le protocole analytique suivi durant la partie pratique de ce mémoire. Tous les essais expérimentaux ont été menés au laboratoire microbiologie de l'université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

### II.1. Matériel

Afin d'évaluer la qualité des eaux des puits dans la région de Bordj Bou Arreridj nous avons utilisé l'eau de 5 différents puits comme échantillons pour notre étude.

### II.2. Choix des sites

L'étude a été menée sur des échantillons d'eau provenant de certains puits en milieu rural dans différentes communes de la wilaya de Bordj Bou Arreridj durant la période de Avril 2019/ Mai 2019, et sont au nombre de cinq. Ces sites ont été choisis au hasard.

**Tableau XI:** lieu et date de prélèvement.

Echantillon	Lieu de prélèvement (puits)	Date de prélèvement
E(1)	Ain Soltan	13/4/2019
E(2)	Mansoura	14/4/2019
E(3)	Belimour	4/5/2019
E(4)	Bordj Al ghdir	4/5/2019
E(5)	Ras Al ouad	4/5/2019

### II.3. Prélèvements

Les prélèvements d'eau ont été effectués dans chaque station à l'aide d'une pompe. Les échantillons ont été mis dans des flacons en verre de 250 ml préalablement stérilisés et ont été lisiblement étiquetés et transportés au laboratoire pour la réalisation des analyses physiques et bactériologiques. Le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C (**Rodier et al., 2009**).

## II.4.Analyse physique

Une série d'analyses physiques a été réalisée selon les méthodes standards qui nécessitent l'utilisation de certains appareils qui seront cités par la suite :

### II.4.1.Détermination de la température

La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement aquatique du fait qu'elle régit la presque totalité des réactions physiques, chimiques et biologiques (Nouayti et al., 2015 ; HCEFLCD., 2006). la mesure de température se fait *in situ* et son unité est le degré Celsius (°C).

La mesure de la température a été effectuée en plongeant immédiatement le thermomètre dans le flacon d'eau à analyser pendant 5 minutes. La lecture doit se faire à travers les parois du flacon (Rodier et al., 2009).

### II.4.2.Détermination du pH

Le potentiel hydrogène ou (pH) mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H<sup>+</sup>) en solution, le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution (Ayad et Kahoul, 2017).

Il a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre (WTW Inolab pH 730).

#### ✓ Mode opératoire

- Etalonner l'appareil avant la mesure, avec des solutions tampons à pH=7, pH= 4, pH=9.
- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser dans un bécher.
- Tremper l'électrode dans le bécher et laisser stabiliser un moment avec une faible agitation et noter la valeur de pH (Rodier et al., 2009).

### II.4.3.Détermination Conductivité électrique

La conductivité électrique désigne la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle est déterminée par la teneur en substances dissoutes, la charge ionique, la capacité d'ionisation, la mobilité et la température de l'eau. Par conséquent, la conductivité électrique renseigne sur le degré de minéralisation d'une eau (Nouayti et al., 2015). L'unité est le (µS/cm).

✓ **Mode opératoire**

- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner.
- Agiter le liquide et noté la valeur de conductivité (**Rodier et al., 2009**).

#### **II.4.4.Détermination de la turbidité**

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité.

La turbidité des échantillons a été mesurée à l'aide d'un turbidimètre et les résultats sont exprimés en unité de turbidité néphélométrie (NTU).

➤ **Etalonnage de l'appareil**

Avant de mesurer la turbidité l'appareil doit être calibré à l'aide des cuvettes ont des valeurs de turbidité suivantes :

- 1- cuvette de 0.02 NTU
- 2- cuvette de 10 NTU
- 3- cuvette de 1000 NTU

✓ **Mode opératoire**

- Les échantillons doivent être agités vigoureusement avant la mesure.
- L'échantillon est mis dans une cuvette nettoyé à l'aide de l'eau distillée et essuyé avec du papier l'essuyage.
- Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure (**Rodier et al., 2009**).

## II.5. Analyse des paramètres bactériologiques

Pendant notre travail au laboratoire nous avons effectué la recherche systématique des germes indicateurs de pollution qui sont :

- La FAMT.
- Les coliformes totaux.
- Les coliformes fécaux (thermotolérants).
- Les Clostridium Sulfite-réducteurs (ASR).
- Les streptocoques fécaux.
- *Staphylococcus aureus*.
- *Salmonella*.
- Les levures et moisissures

Selon le protocole de l'institut Pasteur d'Algérie, une série des dilutions décimales jusque  $10^{-3}$  doit être préparé pour chaque échantillon à partir de la solution mère avant d'ensemencer les milieux de culture.

- **Technique de dilution**

Marquer les tubes de diluant (Exemple :  $10^{-1}$  ;  $10^{-2}$  ;  $10^{-3}$ ).

- Prélever aseptiquement 1ml de la solution mère à l'aide d'une pipette graduée stérile de 1ml munie d'une poire à aspiration ou à l'aide d'une pipette automatique prélevant et délivrant 1 000  $\mu$ l; l'homogénéisation du prélèvement se fait par aspiration et refoulement trois fois, ou par l'utilisation d'un homogénéisateur.

- Transférer aseptiquement le 1mL prélevé dans le premier tube  $10^{-1}$ , la pipette ne devant pas pénétrer dans les 9 ml de diluant.

- Jeter la pipette utilisée et procéder de même du tube  $10^{-1}$  au tube  $10^{-2}$  et ensuite pour le tube  $10^{-3}$ .

### II.5.1. Recherche et dénombrement de la FMAT

Sa recherche vise à dénombrer non spécifiquement le plus grand nombre de microorganismes, qui correspondant aux germes banaux de contamination, leur dénombrement reflète la qualité microbiologique générale de l'eau (**Guiraud et al., 2004 ; Rodier et al., 2009**).

Le dénombrement de la FMAT à 22°C et 37°C s'effectue sur la gélose glucosée à l'extrait de levure ou PCA (**Diop, 2006**).

#### ✓ **Mode opératoire**

Le dénombrement se fait par Technique d'ensemencement dans la masse :

- Marquer les boîtes de Pétri vides (exemple :  $10^{-1}$  ;  $10^{-2}$  ;  $10^{-3}$ ).
- Homogénéiser les tubes de dilution.
- À l'aide d'une micropipette, transférer aseptiquement, 1ml de la dilution  $10^{-3}$  sous forme de gouttes dans le fond de boîte de Pétri.
- Avec le même embout, procéder identiquement pour les dilutions  $10^{-2}$  puis  $10^{-1}$ .
- Couler 15 ml de milieu gélose maintenu à 47°C dans chaque boîte de Pétri.
- Mélanger l'inoculum au milieu, par rotation délicate en forme de (8).
- Une fois le milieu solidifié, retourner les boîtes et les incuber dans l'étuve pendant 72h.

#### **Lecture**

- Examiner les boîtes dès que possible après la période d'incubation.
- Compter les colonies qui présentent sous forme lenticulaire en masse, en s'aidant au besoin d'une loupe de grossissement 1,5 ou d'une loupe binoculaire.

#### **Expression des résultats**

Le comptage du nombre de colonies à l'aide d'un compteur de colonies pour les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies.

#### **II.5.2. Recherche et dénombrement des coliformes**

Le terme coliforme regroupe un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae* et qui partagent certaines caractéristiques. ce sont des bacilles à Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C.

Les coliformes sont recherchés par ensemencement en profondeur sur gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBG), incubée 24 heures à 37°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux (**Bourgeois et Leveau., 1991**).

## Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$ , ensemencer 1ml dans deux boîtes par chaque dilution et compléter avec environ 15ml de gélose VRBG fondue puis refroidie à 45°C.
- Faire ensuite des mouvements circulaires en forme de (8) pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.
- Incuber les boîtes à 37°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les boîtes réservées à la recherche des coliformes fécaux pendant 24 à 48 heures.

## Lecture

- Dénombrer les colonies violettes de 0,5 à 1 mm de diamètre.

### II.5.3.Recherche et dénombrement des levures et moisissures

Dans notre analyse nous avons utilisé le milieu Sabouraud pour l'isolement des levures et moisissures.

## Mode opératoire

- Transférer 1 mL du l'eau à analyser et de ses dilutions décimales successives dans des boîtes de Petri stériles.
- Couler 10 à 15 mL de milieu.
- Homogénéiser parfaitement et Laisser solidifier sur une surface froide.
- Incuber à 25-30°C pendant 3 à 5 jours.

Les boîtes sont ensuite incubées en aérobiose à  $25^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$  pendant cinq (5) jours. Puis, si nécessaire, les boîtes de gélose sont laissées au repos à la lumière du jour pendant un (1) ou deux (2) jours.

Les colonies ou propagules sont alors comptées. En effet, les moisissures se distinguant des levures par leur morphologie car elles ont un aspect duveteux.

### II.5.4.Recherche et dénombrement des spores de *Clostridium* Sulfito-réducteurs

Les spores de *clostridium* sulfito-réducteurs sont des bactéries à Gram (+) anaérobies strictes, sporulés, réduisent les sulfures et dont la plupart des espèces sont mobile (**Gregorio et al., 2007**).

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permettrait ainsi de détecter une pollution fécale ancienne ou intermittente (**Rodier et al., 2009; El haissoufi et al., 2011**).

Leur spores sont recherchées sur le milieu Viande Foie additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer, l'incubation à lieu à 37°C pendant 48 heures (**Baron et al., 2006**).

Un traitement thermique préalable de 10 min à 80°C est nécessaire afin d'activer les spores des clostridies.

### **Mode opératoire**

- Prendre environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes.

- Après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet.

- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.

- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Viande Foie, fondue puis refroidie à  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ , additionnée d'une ampoule d'Alun de fer et d'une ampoule de Sulfite de sodium.

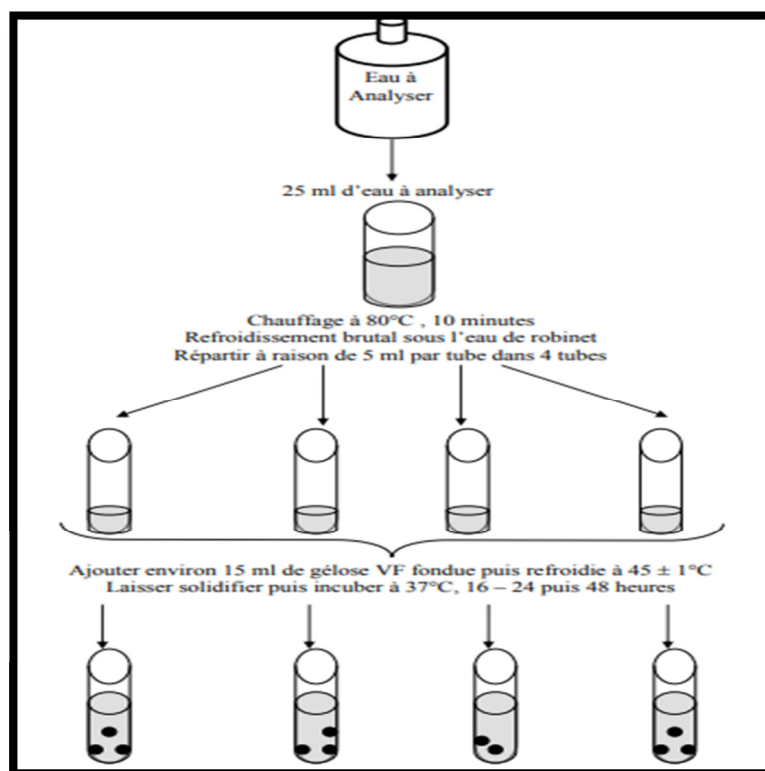
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant la formation des bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.

- Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à 37°C, pendant 24 à 48 heures.

- La première lecture doit absolument être faite à 16 heures car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de  $10^{-1}$  voire  $10^{-2}$ , la deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et dernière à 48 heures.

- Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, poussant en masse.





**Figure 07:** schéma représente le dénombrement des ASR.

### II.5.5. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* se présente sous forme de cocci, en grappe de raisin, Gram (+), immobile, asporulé et facultativement anaérobique possédant une catalase et une coagulase. *Staphylococcus aureus* fait partie de la flore humaine et est surtout présent dans le nez et sur la peau (Kluytmans, et al., 1997).

La recherche des staphylocoques passe par deux étapes:

- Un enrichissement dans le bouillon de Giolitti Cantoni.
- Un isolement sur milieu sélectif Chapman.

#### Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales retenues ( $10^{-1}$  à  $10^{-3}$ ), porter aseptiquement 1 ml par dilution dans un tube à vis stérile.
- Ajouter par la suite environ 15 ml du milieu d'enrichissement. Bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

## Lecture

Seront présumés positifs, les tubes ayant virés au noir. Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus*, ces tubes feront l'objet d'une confirmation par isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de pétri et bien séchées.

Les boîtes de Chapman ainsiensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 heures.

### II.5.6. Recherche et dénombrement des Salmonelles

Les Salmonelles sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de bacilles Gram négatifs, en forme de tige, aéro-anaérobies facultatives ne fermentant pas le lactose, mais fermentant le glucose avec production de gaz et de H<sub>2</sub>S, hautement pathogènes (**Jay., 2000; Guy., 2006; Rodier et al., 2009**).

L'isolement a été effectué sur milieu gélosé Hektoen.

### Mode opératoire

- Premier Enrichissement :
  - Le premier enrichissement s'effectue sur le milieu de Sélénite - Cystéiné D/C réparti à raison de 100 ml par flacon. Ce dernier sera doncensemencé à l'aide de 100 ml d'eau à analyser, puis incubé à 37°C pendant 18 à 24 heures.
- Deuxième enrichissement et isolement:

Ce flacon fera l'objet :

- D'une part, d'un deuxième enrichissement sur milieu Sélénite en tubes à raison de 0,1 ml
- D'autre part, d'un isolement sur gélose Hektoen.
- L'incubation se fait donc à 37°C pendant 24 h.

### Lecture

- D'une part, le tube de Sélénite fera l'objet d'un isolement.

- D'autre part, la boîte de gélose Hektoen subira une lecture en tenant compte du fait que les Salmonella se présentent le plus souvent sous forme de colonies de couleur gris bleu à centre noir.

### **II.5.7. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux**

Les streptocoques du groupe D sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale, car tous ont un habitat fécal. Ils se présentent sous forme de cocci à Gram +, sphériques à ovoïdes formant des chainettes ne possédant pas de catalase mais possédant l'antigène du groupe D. Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à 37°C sur le milieu ROTHE (Rodier et al., 2009).

#### **Mode opératoire**

La recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

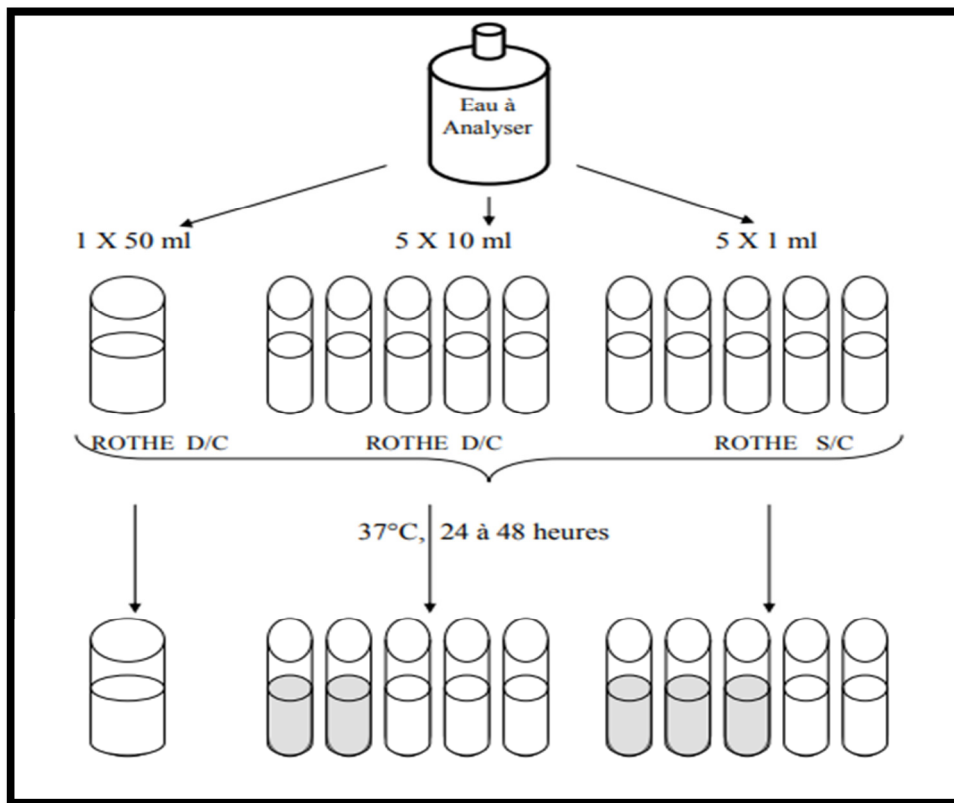
- Le test de présomption
  - Le test de confirmation : réservé à la confirmation réelle des Streptocoques fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.
- ✓ **Test de présomption**

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

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

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.



**Figure 08:** Schéma représente le test de présomption en milieu liquide.

### Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien, seulement ces derniers :

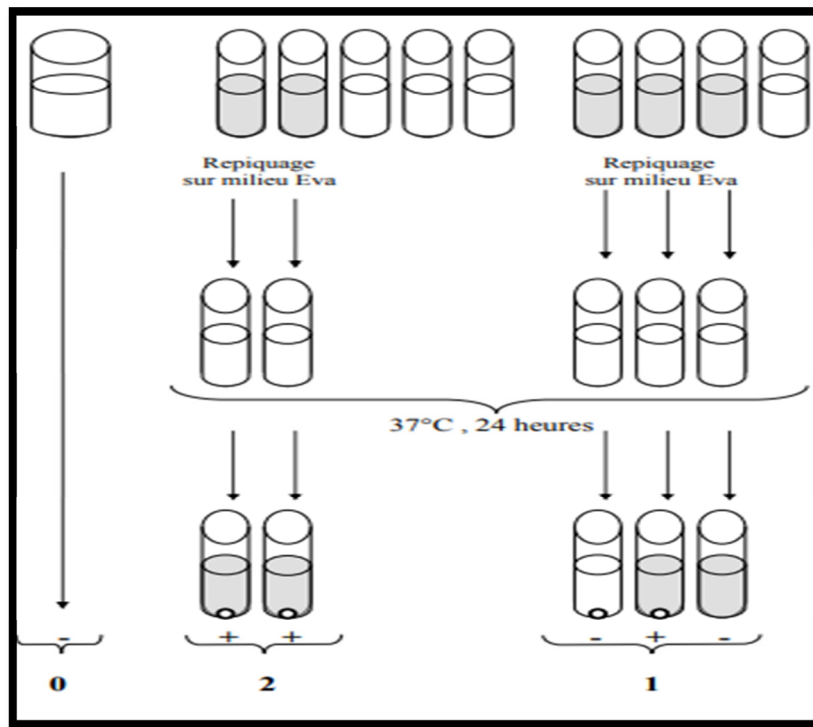
- ne doivent en aucun cas faire l'objet de dénombrement.
- doivent par contre, absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu LITSKY EVA dans le but d'être confirmés.

#### ✓ Test de confirmation

- Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.
- Les tubes de ROTHE trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une öse bouclée dans tube contenant le milieu LITSKY EVA.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

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



**Figure 09:** Schéma représente test de confirmation en milieu liquide.

### Lecture

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

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

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

## **CHAPITRE III:**

### **Résultats et discussion**

### III. Résultats et discussion

pour évaluer la qualité des eaux des puits de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

On fait des analyses physiques et bactériologiques pour les échantillons des puits des régions Ain soltane, Mansora, Belimour, Bordj El ghdir et Ras el oued et on discute les résultats obtenue.

#### III-1- Analyses physiques

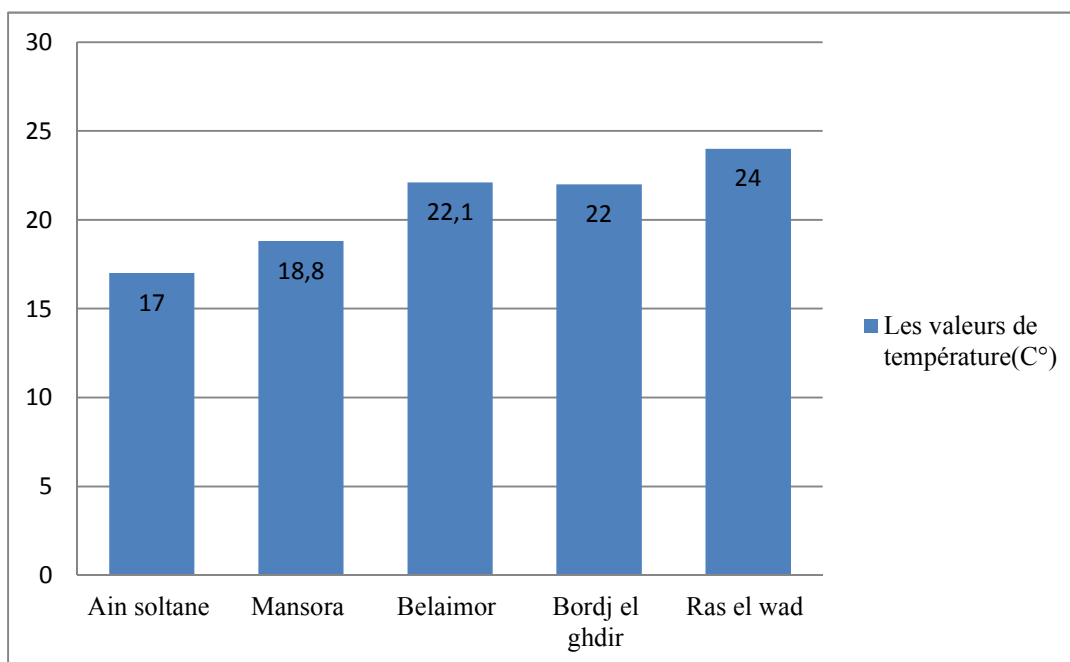
Les résultats des analyses physiques sont rapportés dans le tableau suivant :

**Tableau XII:** Résultats des analyses physiques.

Les échantillons	Les paramètres			
	pH	Température (C°)	Cond ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Turb (NTU)
Ain soltane	7.8	17	1352	0.02
Mansora	7.7	18.8	5290	0.20
Belimour	8.01	22.1	3850	0.08
Bordj El ghdir	8.7	22	3100	0.02
Ras El oued	8.5	24	1880	0.01
Norme de l'OMS	<b>6.5-9.5</b>	<b>25</b>	<b>400</b>	<b>5</b>

**Cond:** conductivité électrique. / **Turb:** turbidité.

### III.1.1.La température T(C°)

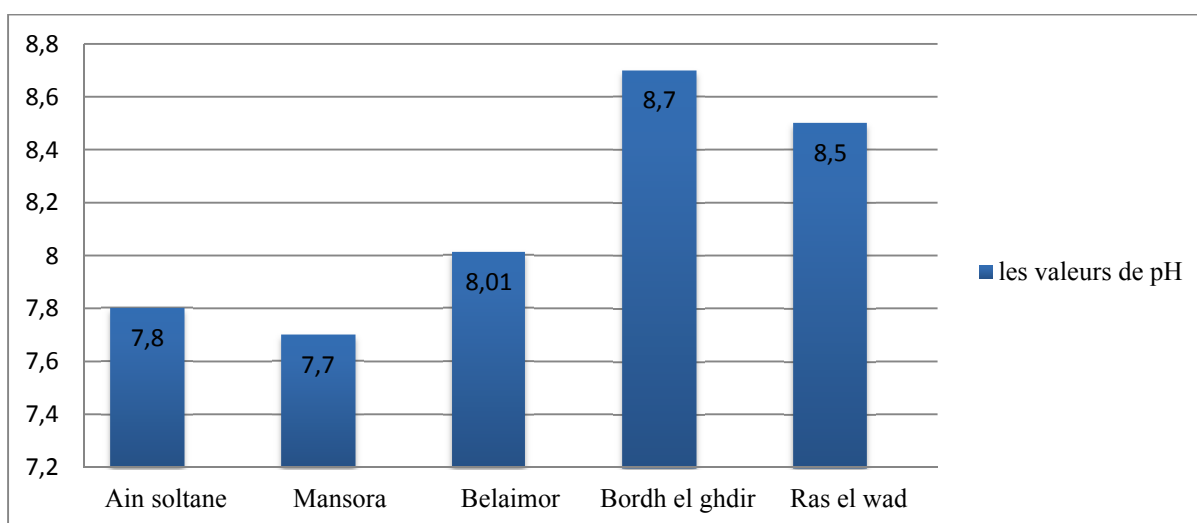


**Figure10:** Les valeurs de température des échantillons d'eau de puits.

La température de l'eau est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques (Leynaud, 1968). Elle agit sur le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (WHO, 1987).

Au niveau de toutes les zones de prélèvement, les taux de la température oscillent entre 17C° et 24 C, ces températures sont proches de la température ambiante.

### III.1.2.pH



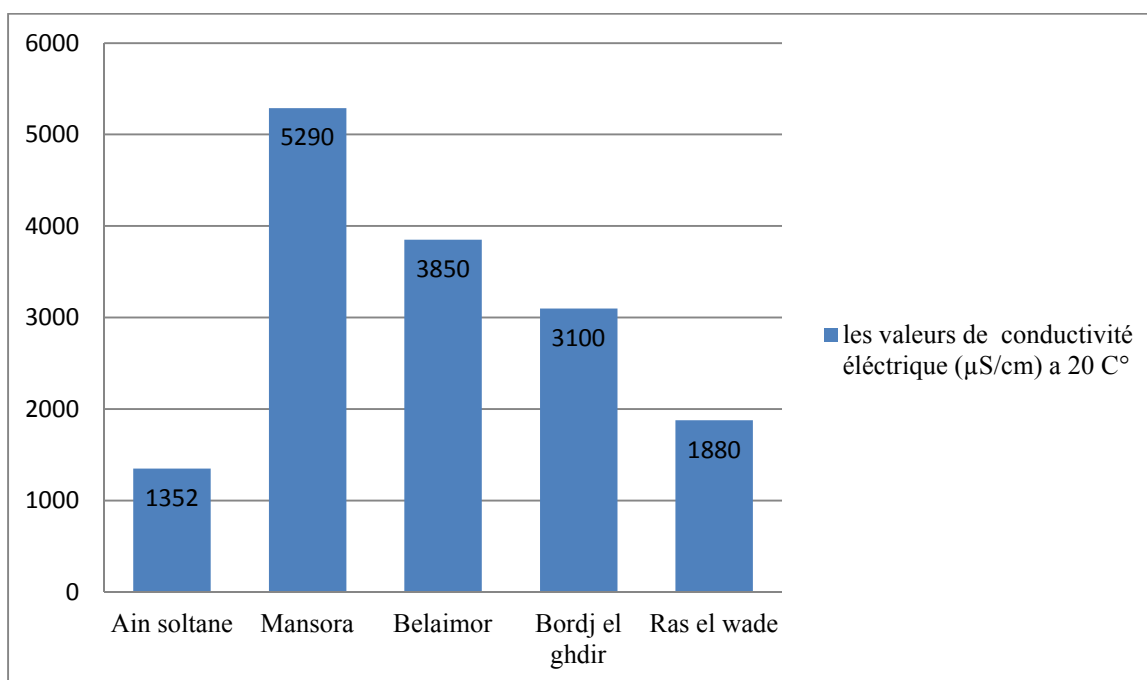
**Figure 11:** Les valeurs de pH des échantillons d'eau de puits.



Le pH représente la concentration en ions hydrogènes dans une solution. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés (**Chapman et al., 1996**).

Les valeurs de pH de tous les échantillons des eaux de puits analysés oscillent entre 7,5 et 8,5, de ce fait ces résultats obtenus sont conforme aux normes de l’OMS (**OMS 1994**) qui attribue une valeur allant de 6,5 à 8,5 pour l’eau de boisson de qualité.

### III.1.1.3. Conductivité



**Figure 12:** les valeurs de conductivité électrique des eaux de puits.

La conductivité représente l’un des moyens de valider les analyses physique de l’eau, en effet, des contrastes de conductivité mesurés sur un milieu permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélange ou d’infiltration (**Ghazali D et al., 2013**). Elle sert aussi d’apprécier la quantité de sels dissous dans l’eau (**Rodier, 1984; Pescod, 1985**). La conductivité varie en fonction de la présence d’ions, de leur concentration, de leur mobilité et de la température de l’échantillon. Elle permet d’évaluer rapidement le degré de minéralisation d’une eau.

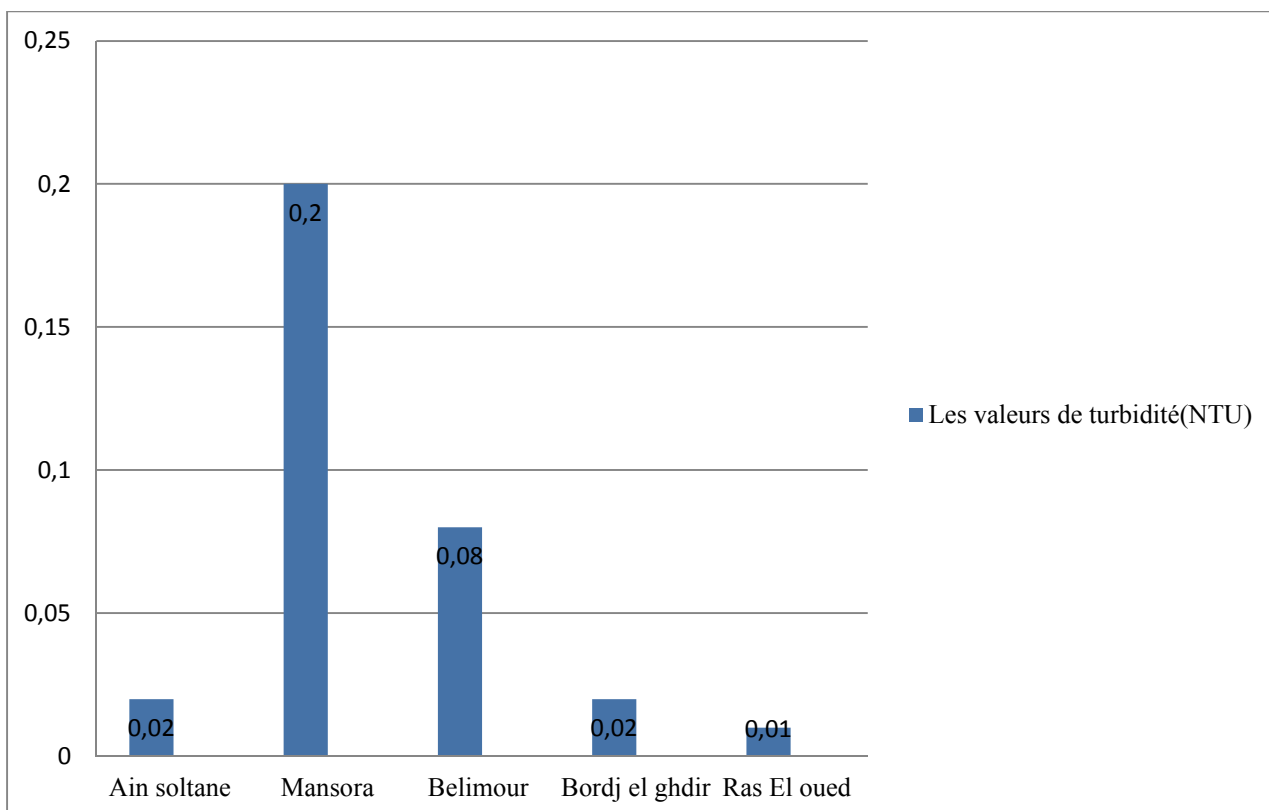
La CE de l’eau de la région Mansora présente une valeur trop élève, ce résultat montre une forte minéralisation d’eau. Au contraire de la CE d’échantillon de Ain Soltane qui présente un valeur faible par rapport au autre échantillons.

Les valeurs de conductivité électrique de tous les échantillons des eaux de puits analysés dépassent la norme de l’OMS qui retient une valeur 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (OMS, 2004).

On peut classer l’eau des 5 échantillons comme eau très minéralisée car leur conductivité dépasse 1000 à 2500 (Sarl., 2014).

La conductivité de l’eau des échantillons analysés dépasse les normes de l’OMS.

#### III.1.1.4. Turbidité



**Figure 13:** Les valeurs de turbidité des échantillons des eaux de puits.

La turbidité est causée par des matières telles que l’argile, le limon, les matières organiques et inorganiques fines, le plancton et d’autres organismes microscopiques en suspension dans l’eau. La turbidité de l’eau distribuée doit être inférieure ou égale à 5 UTN en tout temps (Mahamat *et al.*, 2015).

L’eau de puits de la région Mansora présente une valeur très forte de turbidité, c’est une signification de certaine pollution provienne des rejets et des produits agricoles dans le sol. Au contraire d’échantillons de la région Ras El oued qui présente une valeur très faible de turbidité.

En générale les valeurs de la turbidité de tous les 5 échantillons sont inférieures à la valeur maximale acceptable de l’OMS qui est de 5 UTN.

En comparaison aux classifications de la turbidité usuelles (**Joel, 2003**), l’eau de puits échantillonné est claire.

### **III.2. Analyses microbiologique**

L’évolution du nombre des micro-organismes dans l’eau dépend de nombreux facteurs qui pourront soit favoriser leur développement ou leur inhibition. Afin de nous déterminons la charge microbienne des échantillons d’eau nous avons fait des analyses microbiologiques d’eau.

Les résultats des analyses microbiologique des 5 échantillons analysés exprimés en UFC/ml ; ils représentent la charge des microflores recherchées dans les eaux des puits analysés.

#### **III.2.1.La flore total aérobie mésophile (FTAM)**

Nous calculons le nombre des colonies par la formule :

$$N = \sum \text{colonies} / V \text{ ml} (N1 + 0,1 N2) d1$$

- N : Nombre d'UFC par gramme ou par mL de produit initial
- $\sum$  colonies : Somme des colonies des boites interprétables
- V ml : volume de solution déposée (1ml)
- N1 : nombre de boites considéré à la première dilution retenue
- N2 : nombre de boite considéré à la seconde dilution retenue
- d1 : facteur de la première dilution retenue.

**Tableau XIII:** Résultat du dénombrement du FTAM dans l'eau.

Echantillon	Dilution	Milieu de culture	Nombre a 37°	La moyenne de Nombre (UFC/ml)
Ain soltane	10 <sup>-1</sup>	Gélose PCA	ND	37636
	10 <sup>-2</sup>		221	
	10 <sup>-3</sup>		193	
Mansora	10 <sup>-1</sup>		ND	197000
	10 <sup>-2</sup>		ND	
	10 <sup>-3</sup>		197	
Belimour	10 <sup>-1</sup>		ND	ND
	10 <sup>-2</sup>		ND	
	10 <sup>-3</sup>		ND	
Bordj El ghdir	10 <sup>-1</sup>		30	1527
	10 <sup>-2</sup>		65	
	10 <sup>-3</sup>		73	
Ras El oud	10 <sup>-1</sup>		ND	13181
	10 <sup>-2</sup>		145	
	10 <sup>-3</sup>		0	

La recherche de la FTAM nous renseigne sur la qualité hygiénique des eaux des puits.

Nos résultats indiquent la présence d'une nappe très chargé dans la dilution 10<sup>-1</sup> des échantillons de Ain soltane, Mansora (10<sup>-1</sup> et 10<sup>-2</sup>), Belimour (10<sup>-1</sup> et 10<sup>-2</sup>) et Ras El oued avec une présence d'une pigmentation vert c'est la présence de *pseudomonas*. Ces résultats montrent que les échantillons d'eau sont de mauvaise qualité hygiénique.

L'échantillon de Bordj El ghdir possède des valeurs dépassent le seuil de contamination en FTAM. Ces résultats nous révèlent que l'eau de puits de Bordj El ghdir est moins polluée par rapport aux autres sites.

De manière générale tous nos 5 échantillons d'eau présentent des valeurs de FTAM dépassent la norme de l'OMS qui attient une valeur de 20UFC/ml.

Les eaux des 5 puits analysés sont des eaux polluées (OMS, 2006).

### III.2.2.Résultats des coliformes fécaux et totaux

Tableau XIV: Résultat du dénombrement des coliformes.

Echantillon	Dilution (ml)	Milieu de culture	Nombre c.to a 37°	Nombre c.f a 44°	La moyenne de C féc	La moyenne de C.totaux
Ain soltane	10 <sup>-1</sup>	VRBG	1	0	1000	18 UFC/ml
	10 <sup>-2</sup>		1	2	UFL/ml	
	10 <sup>-3</sup>		0	0		
Mansora	10 <sup>-1</sup>		ND	10	6818	18181 UFC/ml
	10 <sup>-2</sup>		110	3	UFC/ml	
	10 <sup>-3</sup>		90	2		
Belimour	10 <sup>-1</sup>		ND	24	15454	29609 UFC/ml
	10 <sup>-2</sup>		152	7	UFC/ml	
	10 <sup>-3</sup>		144	3		
Bordj El ghdir	10 <sup>-1</sup>		ND	0	0	26363 UFC/ml
	10 <sup>-2</sup>		190	0	UFC/ml	
	10 <sup>-3</sup>		100	0		
Ras El oued	10 <sup>-1</sup>		ND	4	3333	29181 UFC/ml
	10 <sup>-2</sup>		196	2	UFC/ml	
	10 <sup>-3</sup>		125	1		

Après la recherche des coliformes totaux et fécaux sur milieu VRBG à 37C° et a 44C°, les résultats de notre étude indiquent que tous nos 5 échantillons possèdent une charge inacceptable des coliformes totaux et fécaux par rapport aux normes de l'OMS.

La présence de coliformes fécaux dans l'eau d'un puits met en évidence une pollution d'origine fécale, humaine ou animale, et la présence possible de pathogènes entériques. Toute eau contenant ces bactéries ne doit pas être consommée, nos résultats montrent que l'eau n'est pas potable et nécessite des procédés de désinfection des puits.

La présence de coliformes totaux dans l'eau d'un puits indique généralement une dégradation de la qualité bactérienne de l'eau et si le nombre des germes totaux augmente de manière importante, en particulier après une forte pluie, cela montre que la ressource est mal protégée, se contamine par des eaux d'infiltration (**Figarella et Leyral, 2002**).

En générale l'eau de ces puits est non potable et il nécessite un traitement.

### III.2.3. Résultats de dénombrement des moisissures

**Tableau XV:** Résultat du dénombrement des moisissures.

Echantillon	Dilution	Milieu de culture	Nombre (UFC/ml)
<b>Ain soltane</b>	$10^{-1}$	<b>Saboureaud</b>	0
	$10^{-2}$		0
	$10^{-3}$		0
<b>Mansora</b>	$10^{-1}$		5
	$10^{-2}$		3
	$10^{-3}$		0
<b>Belimour</b>	$10^{-1}$		3
	$10^{-2}$		1
	$10^{-3}$		0
<b>Bordj El ghdir</b>	$10^{-1}$		0
	$10^{-2}$		0
	$10^{-3}$		0
<b>Ras El oued</b>	$10^{-1}$	0	
	$10^{-2}$	0	
	$10^{-3}$	0	

La présence des champignons dans les échantillons montre un manque aux règles d'hygiène (AFSSA, 2008).

Les résultats de la recherche des champignons dans les échantillons de l'eau indiquent que l'eau de puits des régions **Mansora et Blaimor** présentent des valeurs plus au moins faible des champignons.

Alors que les résultats des échantillons de **Ain soltane, Bordj El ghdir et Ras El oued** montrent une absence totale des champignons.

### III.2.4. Résultats de dénombrement des spores d'anaérobies Sulfito-réducteur(ASR)

**Tableau XVI:** Résultat du dénombrement des spores des *Clostridium* Sulfito-réducteur.

Echantillon	Tube	Milieu de culture	Nombre de spore
<b>Ain soltane</b>	1	<b>Viande foi</b>	0
	2		0
	3		2
	4		0
<b>Mansora</b>	1		0
	2		0
	3		0
	4		0
<b>Belimour</b>	1		0
	2		0
	3		0
	4		0
<b>Bordj El ghdir</b>	1		0
	2		0
	3		0
	4		0
<b>Ras El oued</b>	1	0	
	2	0	
	3	0	
	4	0	

Les résultats de la recherche des ASR dans les échantillons des eaux indiquent que l'eau de puits de **Ain soltane** présente des spores qui sont des indicateurs de contamination ancienne. En comparaison des résultats à la norme de l'OMS, l'eau de Ain soltane est de mauvaise qualité hygiénique, non potable et nécessite une traitement rigoureux (OMS 2006).

Les résultats des échantillons d'eau de **Mansora, Belimour, Bordj El ghdir et Ras El oued** montrent une absence totale des ASR.

En comparaison aux normes (OMS, 2006), ces échantillons exemptent de contamination ancienne.

### III.2.5.Résultat des staphylocoques

**Tableau XVII:** Résultat du dénombrement des staphylocoques.

Echantillon	Dilution	Milieu de culture	Nombre (UFC/ml)	Mannitol	Catalase	Coagulase
<b>Ain soltane</b>	10 <sup>-1</sup>	<b>Chapman</b>	<b>32</b>	+	+	-
	10 <sup>-2</sup>		<b>14</b>	+	+	-
	10 <sup>-3</sup>		<b>19</b>	+	+	-
<b>Mansora</b>	10 <sup>-1</sup>		<b>22</b>	+	+	-
	10 <sup>-2</sup>		<b>23</b>	+	+	-
	10 <sup>-3</sup>		<b>15</b>	+	+	-
<b>Belaimor</b>	10 <sup>-1</sup>		<b>0</b>	-	-	-
	10 <sup>-2</sup>		<b>0</b>	-	-	-
	10 <sup>-3</sup>		<b>0</b>	-	-	-
<b>Bordj El ghdir</b>	10 <sup>-1</sup>		<b>0</b>	-	-	-
	10 <sup>-2</sup>		<b>0</b>	-	-	-
	10 <sup>-3</sup>		<b>0</b>	-	-	-
<b>Ras El oued</b>	10 <sup>-1</sup>	<b>15</b>	-	+	-	
	10 <sup>-2</sup>	<b>14</b>	-	+	-	
	10 <sup>-3</sup>	<b>11</b>	-	+	-	

L'eau est exempt des staphylocoques, leur présence dans l'eau indique une contamination.

Les résultats de notre recherche pour les staphylocoques indiquent que les échantillons des eaux des régions **Ain soltan** et **Mansora** montrent la présence des staphylocoques avec des valeurs très élevées et inacceptables par rapport aux normes de l'OMS.

Alors que l'échantillon d'eau de **Ras el oued** montre une présence des staphylocoques avec des valeurs un peu plus faibles par rapport aux échantillons premières.

En générale ces résultats signifient une contamination humaine ou environnementale d'eau et l'eau de ces puits sont non potable.



Ainsi que les échantillons des régions **Belaimor et Bordj El ghdir** montrent une absence totale des staphylocoques.

### III.2.6.Résultat de dénombrement des salmonelles

**Tableau XVIII:** Résultat de dénombrement des salmonelles.

Echantillon	Résultat des salmonelles	Milieu de culture
Ain soltane	0	<b>Hecktoen</b>
Mansora	0	
Belimour	0	
Bordj El ghdir	0	
Ras El oued	0	

Les résultats de la recherche des salmonelles montrent une absence totale de colonies bleues avec anaerobes noirs dans tous les 5 échantillons.

Par rapport aux normes de l'OMS 2006, tous les échantillons exempts de salmonelles pathogènes et ils sont conformes aux normes qui retiennent 0 UFC/ml.

### III.2.6.Résultat de dénombrement des Streptocoques

Les résultats de la recherche des streptocoques dans les échantillons de l'eau analysés par le test de présomption et le test de confirmation indiquent la présence de troubles et des pastilles blanchâtres au niveau des tubes. Ces résultats indiquent la présence de streptocoques fécaux dans tous les échantillons d'eau des puits.

La détection d'entérocoques dans une nappe d'eau souterraine doit faire sérieusement soupçonner une contamination d'origine fécale et la présence de micro-organismes pathogènes (**Simmons et al., 2001**). Aussi que la présence en nombre important de streptocoques fécaux dans les eaux de puits atteste la contamination des eaux par les matières fécales stockées dans les latrines (**Youmbi et al., 2013**).

D'après la comparaison de nos résultats aux normes de l'OMS 2006, montrent que ces échantillons des puits analysés sont non conformes aux normes et l'eau non potable.

**Tableau XIX: Résultat de dénombrement des Streptocoque fécaux.**

Echantillon	Inoculum	Test de présomption	Test de confirmation		Nombre caractéristique	Streptocoque fécaux/100ml d'eau
			Trouble	Pastille blanchâtre		
Ain soltane	1×50ml	+	+	+	1	1
	5×10ml(SC)	+	-	-	0	
		+	-	-		
		+	-	-		
+		-	-			
5×1ml(DC)	-	0				
	-					
	-					
	-					
Mansora	1×50ml	+	-	-	0	<1
	5×10ml(SC)	+	-	-	0	
		+	-	-		
		+	-	-		
+		-	-			
5×1ml(DC)	+	-	-	0		
	+	-	-			
	+	-	-			
	+	-	-			
Belimour	1×50ml	+	+	+	1	3
	5×10ml(SC)	+	+	+	1	
		+	-	-		
		+	-	-		
+		-	-			
5×1ml(DC)	-	0				
	-					
	-					
	-					
Bordj El ghdir	1×50ml	+	-	-	0	1
	5×10ml(SC)	+	+	+	1	
		-	-	-		
		+	-	-		
+		-	-			
5×1ml(DC)	-	0				
	-					
	-					
	-					
Ras El oued	1×50ml	+	-	-	0	3
	5×10ml(SC)	+	+	+	3	
		+	+	+		
		+	-	-		
+		+	+			
5×1ml(DC)	-	0				
	-					
	-					
	-					

La recherche et le dénombrement de la FTAM, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les champignons, les ASR, les staphylocoques, les salmonelles et les streptocoques fécaux (D) nous montre que nos 5 échantillons sont chargés par des bactéries indicatrices de contamination fécale récente et ancienne et aussi montre la présence des bactéries pathogènes. Cette contamination serait due au fumier, aux fosses septiques, aux latrines et aux déchets de toute nature existants dans les terrains avoisinants les puits.

D'une manière générale, l'eau des échantillons des puits de Ain soltane, Mansora, Belimour, Bordj El ghdir et Ras El oued est de mauvaise qualité microbiologique et constitue des risques pour la santé de l'homme.

Après la comparaison de ces résultat avec les normes de **(OMS., 2006; Jora N°34-2011 )**, les échantillons sont non conformes aux normes.

A la fin de notre étude on a établi un tableau de comparaison entre nos résultats et d'autre résultats d'analyse de l'eau dans différentes régions de payer et aussi a l'étranger.

**Tableau XX :** Représente les résultats d'analyse physique enregistrée dans différents pays.

	BBA	Tissemsilt	Biskra	Ouargla	Maroc	Niger	Bamako	Côte d'Ivoire	Madagascar
<b>Temp°C</b>	17-24	16.9-18.5	16.5- 25	-	20- 21.04	28.4 - 31.3	17.9 - 30.2	-	18.0 – 25.8
<b>pH</b>	7.7-8.5	6.8-7.2	7.4 -8.82	7.069- 8.40	6.63- 7.95	6.6 -7.8	4.59 - 7.02	5.41-6.49	4.34 -6.92
<b>Turb</b>	0.01-0.2	0.1-2.1	-	-	-	2 - 35	3.06 - 64.2	-	0.25 –37.4
<b>Cond</b>	1352- 5290	1563- 2360	1110- 5940	3630 - 3100	461- 1587	33 - 794	21.4 - 995	62.2-225	13.7-377

La comparaison de ces valeurs montre que la température de l'eau est presque la même dans toutes les régions et qu'elle est proche à la température ambiante sauf au Niger où les valeurs de température sont élevées dépassent 28°C.

D'autre part le pH de toutes les eaux est voisin de la neutralité à l'exception de Bamako (4,59 -7,02), Côte d'Ivoire (5.41-6.49) et Madagascar (4,34 -6,92) où l'eau est légèrement acide, ceci pourrait impliquer que les eaux pouvaient encore contenir du CO<sub>2</sub> libre au moment de la mesure In Situ.

Concernant la turbidité cette comparaison montre que les eaux de notre étude sont les plus limpides avec une valeur entre (0.01- 0.2 ) d'un autre côté les valeurs de turbidité au Niger, Bamako, et Madagascar sont très élevées ou dépassent 64 UNT à Bamako selon (Kassim Coulibaly., 2005).

La conductivité électrique enregistrée dans notre étude est proche aux résultats de Brinis, Boudoukha à Biskra mais ces deux résultats avec celles de Ouargla, Maroc, Bamako, Niger et Tissemsilt dépassent la norme OMS ( 400 UNT) ce qui indique une minéralisation élevée.

**Tableau XXI:** Résultats d'analyse microbiologique enregistré dans différents pays.

	BBA	Tissemsilt	Maroc	Niger	Bamako	Madagascar
FTAM	1527-197000	00-ND	3,08 log10 /100ml-3,55	-	-	-
Coliforme T	19-29181	00- ND	2,68- 3,14	-	289-2914	<1
Coliforme F	0-24	présence	2,04- 2,96	240 à 12000	12-456	<1
staphylocoques	0-32	présence	1.60-2,77	-	-	<1
Streptocoque	<1-3	présence	1,30- 2,38	12 à 72	-	100-300
ASR	0-2	présence	0-4	-	-	<1

La comparaison de ces résultats montre que l'eau de nos échantillons présentent des valeurs de FTAM dépassent la norme de l'OMS qui atteindre une valeur de 20UFC/ml de même pour l'eau de Tissemsilt et Maroc selon Belghiti et *al* (2013); Tir et *al* (2017).

La même observation pour les coliforme totaux et fécaux sauf que a Madagascar leur nombre ne dépassent pas 1 UFC/100ML d'après Heriarivony et *al* (2015).

Pour le dénombrement des streptocoques fécaux le tableau montre leur présence a des nombres moins élevé dans nos échantillon (<1-3) par rapport aux autre.

Le tableau de comparaison monte que les résultats de dénombrement des spores des anaérobies sulfito-réducteurs dans eau de nos échantillons est presque la même au Maroc et Madagascar selon Belghiti et *al* (2013); Heriarivony et *al* (2015).

# CONCLUSION

## Conclusion

Cette étude a été menée dans le but de déterminer la qualité physique et bactériologique de l'eau de certains puits dans la région de Bordj Bou Arreridj.

Les résultats des analyses microbiologiques obtenus travers les dénombrements réalisées ont révélé la présence d'une flore totale aérobie mésophile, des coliformes (totaux et fécaux), des streptocoques (D), des staphylocoques et des spores des ASR avec une charge qui dépassent les normes. Nous avons noté une absence totale des salmonelles. Ces résultats montrent que l'eau est contaminée, il est considéré impropre à la consommation humaine. Les causes de cette pollution sont multiples, les principales pourraient être:

- La mauvaise protection des puits.
- Le manque de traitement des puis et l'absence des mesures d'hygiène élémentaires.
- L'utilisation croissante des engrais par les agriculteurs
- La présence du bétail
- L'absence d'un réseau d'évacuation des eaux usées.

En recommandation, et pour évaluer la qualité des eaux souterraines, nous recommandons quelques perspectives:

- ✓ Augmentation de la taille de la présente étude, en s'appuyant sur l'analyse des autres points pour l'alimentation humaine.
- ✓ Evaluer la qualité des puits et des sources de la région qui semble plus exposé a plusieurs polluants.
- ✓ Faire une étude sur une long période pour déterminer l'évolution spatio-temporelle de la qualité microbiologique et physico-chimique.
- ✓ Le control continu de la qualité des eaux souterraines pour éviter le risque de la contamination.
- ✓ Mettre en place un réseau d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées.
- ✓ Sensibiliser les populations et les inciter à protéger et traiter l'eau des puits avant la consommation

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE**



# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

## A

**Ahoussi K. E., Koffi Y. B., Kouassi A. M., Soro G. & Biemi J. (2013).** Evolution spatio-temporelle des teneurs en nitrates des eaux souterraines de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire), *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, Vol 1, N° 3, PP: 45-60.

**Afssa (2007).** Bilan des connaissances relatives aux virus transmissibles par voie oral.

**AFSSA (2008).** Avis de l'Afssa du 13 mars 2008 concernant les références applicables aux denrées alimentaires en tant que critères indicateurs d'hygiène des procédés (saisine 2007- SA-0174) AFSSA. 20.

**Agoussine M., Saidi M. & Igmoulan ( 2004).** Reconnaissance des ressources en eau du bassin d'Ouarzazate (SudEst Marocain). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Science de la Terre, N°26: 81-92.

**Aka N., Bamba S. B., Soro G. & Soro N. (2013).** Etude hydrochimique et microbiologique des nappes d'altérites sous climat tropical humide : Cas du département d'Abengourou (Sud-Est de la Cote d'Ivoire), *Larhyss Journal*, N°16, PP : 31-52.

**Amadou H., Laouali M. S. et Manzola A. S. (2014).** Analyses physico-chimiques et bacteriologiques des eaux de trois aquiferes de la region de tillabery : application des methodes d'analyses statistiques multi variees *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n°20, Décembre 2014, pp. 25-41

**Andi (2013).** Agrnce Nationale de Développement et L'investissement, Monographie de la wilaya de Bordj Bou Arreridj PP 6-11

**Annani fouzi (2013).** thèse doctorat : essai de biotypologie des zones humides du constantinois

**Aniref (2013).** Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière.

**Andi (2014).** Agrnce Nationale de Développement et L'investissement, Monographie de la wilaya de Bordj Bou Arreridj PP 6-13

**ASCE (1990).** Evaporation and irrigation water requirement. ASCE manuals and reports on Engineering Practice No 70. American Society of Civil Engineering.

**Aubry P. (2013).** Choléra, Mise à jour le 03/10/2013, médecine tropicale, PP: 1-4

**Ayad W. (2017).** thèse de Doctorat 3 ème cycle LMD En Microbiologie Appliquée, evaluation de la qualite physico-chimique et bacteriologique des eaux souterraines : cas des puits de la region d'el-harrouch (wilaya de skikda), universite Badji mokhtar – Annaba.

**Ayad W., and Mohamed K. (2017).** “Évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d’El-harrouch (ne-algérie) Assessment of physico-chemical and bacteriological quality of well water in the region of el-harrouch (ne-Algeria)].” Accessed July 8.

## B

**Belghiti M., Chahlaoui A., Bengoumi D. & El moustaine R. (2013).** Etude de la qualite physico -chimique et Bacteriologique des eaux souterraines de la Nappe plio-quadernaire dans la région de meknès (maroc), *Larhyss Journal* n° 14, Juin 2013

**Bermond R. and Vuichard R. (1973).** les paramètres de la qualité des eaux. Documentation Française, Paris, 179p

**Bichara (2015).** Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux d’adduction publique de la Société Tchadienne des Eaux à N’djamena au Tchad, *Journal of Applied Biosciences* 95:8973 – 8980.

**Bris N. & Boudoukha A. (2013).** Qualité des eaux souterraines dans l’atlas saharien Cas du bassin néogène d’el-outaya (sud algérien), *Algerian journal of arid environment* vol. 3, n° 1, Juin 2013: 89-97

**BouariZ., Mekhloufi O. et Zouaoui N. (2006).** Mémoire de fin d’étude Spéciation de certains éléments minéraux dans les eaux des nappes profondes de la cuvette de Ouargla et leur effet sur la santé humaine.

**BouchmaL F. & Achour S. (2015).** Qualite physico-chimique et parametres de pollution des eaux souterraines de la region de BISKRA. *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n°22, June 2015, pp. 197-212

## C

**Chapman D. and Kimstach V. (1996).** Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, *Chapman edition, 2nd ed. E and FN Spon, London, pp. 59-126.*

## D

**Degbey C., Makoutode M., Fayomi B. and Brouwer C. (2010).** La qualité de l’eau de boisson en milieu professionnel à Godomey au Bénin, *Journal Internationale de Santé et Travaux, Vol 1, PP : 15-22.*

**Diop C. ( 2006).** Mémoire de 4ème Etude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), p: 43

**Dussart B. (1966).** Limnologie : Etude des eaux continentales. Gauthier-Villars, Ed., Paris.

## F

**Fakih L. A., Brigui J., El Cadi A., Khaddor M. and Salmoune F. (2014).** Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de Tanger, *Journal de Matériel et Science de l'Environnement, Vol 5, N° SI, PP : 2230- 2235.*

**Figarella J. and Leyral G. (2002).** Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques. Ed. Scérén CRDP d'Aquitaine, Paris, 360 p.

## G

**Ghazali D. and Zaid A. (2013).** Étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (REGION DE MEKNES/MAROC). *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n° 12, Janvier 2013, pp. 25-36.

**Gregorio C. and Pierre-Marie B. (2007).** Traitement et épuration des eaux industrielles polluées Univ.Franche-Comté,35.

**Guiraud J. P. and Rosec J. P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition AFNOR.

## H

**Hamadi H. and Chiraz M. (2003).** Calcul des besoins en eau des principales cultures exploitées au nord de la Tunisie : estimation de l'évapotranspiration de référence par différentes formules empiriques (cas des régions de Tunis, Béja et Bizerte). *Revue sécheresse Volume 14, N° 4 : 257-265.*

**Hawa S. (2002).** Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S. des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001. Thèse de Doctorat d'état en Pharmacie, 77 p.

**Hceflcd (2006).** Etude sur la pisciculture au barrage Almassira, CR dar Chafaai, Cercle d'Elbrouge, Province de Settat, 201p.

**Heriarivony S. C., Razanamparany B., Rakotomalala J. E. (2015).** Caracteres physico-chimiques et bacteriologiques de l'eau de consommation (puits) de la commune rurale d'antanifotsy, region vakinankaratra, MADAGASCAR. *Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°24, Décembre 2015, pp. 7-17*

## I

**Institut pasteur d'Algerie (2002).** Microbiologie des eaux, des boissons et des produits de la mer.

**Isabelle Jalliffier-Verne (2015).** Débordements d'égouts unitaires et protection des sources d'eau potable : intégration des changements globaux . thèse doctorat, université de montréal. 30p

## J

**Joel G. (2003).** La qualité de l'eau potable, technique et responsabilité, Paris.

## K

**Kadik B. (1987).** Influence du climat sur la répartition naturelle du Pin d'Alep (*Pinushalepensis* Mill) en Algérie. *Ann. Recherche Forestière en Algérie*, 2 : 124-129

**Kassim C. (2005).** Thèse doctorat Etude de la qualite physico-chimique et bacteriologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako.

**Kluytmans, J., van Belkum, A. & Verbrugh H. (1997).** Nasal carriage of *Staphylococcus aureus* : epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks. *Clinical Microbiology Reviews*, 10(3), 505-520.

## L

**Lagnika M., Ibikounle M., Montcho J. C., Wotto V. D. and Sakiti N. G. (2014).** Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè (Bénin, Afrique de l'ouest), *Journal of Applied Biosciences*, N°79, PP:6887–6897.

**Lanjri (2014).** “Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de Tanger (Physico-Chemical and Bacteriological Characterization Groundwater of Tangier)” 1 (5): 2230–35.

**Leynaud G. (1968).** Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I. Ministère de l'agriculture, 224-881.

## M

**Mahamat J. and Biosci (2015).** Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux d'adduction publique de la Société Tchadienne des Eaux à N'djamena au Tchad.

## N

**N'diaye N. (2008)** . Thèse Diplôme d'Etat (Docteur en Pharmacie) Etude bactériologique des eaux de boissons vendues en sachet dans quatre communes d'Abidjan, Université de Bamako Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie (Mali), p: 188.

**Nouayti N., Khattach D. and Hilali M. (2015)**. Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du Jurassique du haut bassin de Ziz (Haut Atlas central, Maroc), *Journal de Matériel et Science de l'Environnement*, Vol 6, N°4, PP : 1068-1081

**Nouayti et al. (2015)**.“Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du jurassique du haut bassin de Ziz (Haut Atlas Central, Maroc) Assessment Of physico-Chemical Quality of Groundwaterof the Jurassic Aquifers Inhigh Basin of Ziz (Central High Atlas, Morocco)” 4 (6): 1068–81.

## O

**OMS (2012)**. Prévention et lutte contre l'hépatite virale, Organisation mondiale de la Santé, Genève, P04.

**OMS (2000)**. Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2ème édition, 1050 p

**OMS ( 2006)**. Paludisme: lutte antivectorielle et protection individuelle, Série de Rapports techniques, N°936, 71p.

**OMS (1994)**. Directives de la qualité pour les eaux de boisson ; Volume1-Recommandation. Organisation Mondiale de la Santé 2é édition.

**OMS ( 2004)**. Liens entre l'eau, l'assainissement, l'hygiène et la santé faits et chiffres - mise à jour de novembre 2004. Genève.

## P

**Pescod M. B. (1985)**. Design, operation and maintenance of wastewater stabilization ponds in treatment and use of sewage effluent for irrigation. *Ed Pescodand Arar*, 93-114. Pias, 1972.

## R

**Rodier J. (1984)**. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition Dunod Paris.

## S

**SARL. H. (2014).** Contribution à l'étude de la qualité chimique et bactériologique de l'eau de la source « ATTAR » (TLEMCEM).Mémoire magister.Université ABOUBEKR BELKAID TLEMCEM.PP :92.

**Schultz G.A. et E.T. Engman (2000).** Remote Sensing in Hydrology and Water Management. Springer-Verlag, Berlin

**Simmons, G., V. Hope, G. Lewis, J. Whitmore et W. Gao (2001).** Contamination of potable roof-collected rainwater in Auckland, New Zealand. Water Research, 35: 1518-1524.

**Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (1998).** American Public Health Association/American Water Works Association/ Water Environment Federation. 21st edition. Washington, DC, USA.

## T

**Tir E., Deche M., Bounouira Y., Chedad A. (2017).** Qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau des sources de la commune de Tissemsilt « cas de Ain Loura et Ain Sfa ». *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n°29, Mars 2017, pp. 111-119

## V

**VANDER BORGHT (1993).** Les écosystèmes aquatiques, cours, FUL, Arlon (Royaume-Uni)

## W

**W.H.O. (1987).** Global pollution and health results of related environmental monitoring. Global Environment Monitoring System, WHO, UNEP.

## Y

**Youmbi J. G. T., Feumba R., Njitat V.T., Marsily G. and Ekodeck G. E. (2013).** Pollution de l'eau souterraine et risques sanitaires à Yaoundé au Cameroun, Colloque panafricain (Dakar 2012), Comptes Rendus Biologies, Elsevier Masson SAS., PP : 310–316

# **Annexe**

## Annexe :

### I.Composition des milieux de culture (Institut Pasteur 2003)

#### I.1. Composition des milieux de culture solide:

- **Gélose PCA** (play count agar) milieu pour la recherche des germes revivifiable

dissoudre 20.5 g dans 1000 ml d'eau distillé, autoclaver à 121°C pendant 15 min

<b>Tryptone</b>	5,00 g
<b>Extrait autolytique de levure</b>	2,50 g
<b>Glucose</b>	1,00 g
<b>Agar agar bactériologique</b>	12,0 g
<b>pH</b>	7,0 ± 0,2

- **Milieu Sabouraud:** milieu pour l'isolement des levures et des moisissures  
dissoudre 45.5 g dans 1000 ml d'eau distillé, non autoclaver .

<b>Extrait de levure</b>	5 g/l
<b>Glucose</b>	20g/l
<b>Chloramphenicole</b>	10,1 g/l
<b>Agar</b>	11 g/l
<b>pH</b>	6,6 ±0,2

- **Gélose VRBL:** milieu pour la recherche des coliformes fécaux et toutaux.  
dissoudre 40.5 g dans 1000 ml d'eau distillé, autoclaver à 121°C pendant 15 min.

<b>Peptone</b>	7 g
<b>Extrait de levure</b>	3 g
<b>Lactose</b>	10g
<b>Chlorure de sodium</b>	5 g
<b>Sel biliaire</b>	1,5 g
<b>Violet de cristal</b>	0,002 g
<b>Rouge neutre</b>	0,03 g
<b>pH</b>	7,4



- **Gélose Chapman:** milieu pour la recherche des staphylocoques
- dissoudre 111 g dans 1000 ml d'eau distillé, autoclaver à 121°C pendant 15 min.

<b>Extrait de viande</b>	3g
<b>Extrait de levure</b>	3g
<b>Tryptone</b>	5g
<b>Peptone bactériologique</b>	10g
<b>Chlorure de sodium</b>	70g
<b>Mannitol</b>	10g
<b>Rouge de phenol</b>	0,05g
<b>Agar</b>	18g
<b>pH</b>	7,4±0,1

- **Gélose viande de foie:** milieu pour la recherche des ASR.  
dissoudre 41 g dans 1000 ml d'eau distillé, autoclaver à 121°C pendant 15 min.

<b>Peptone viande-foie</b>	30,0 g
<b>Glucose</b>	2,0 g
<b>Amidon soluble</b>	2,0 g
<b>Sulfite de sodium</b>	2,5 g
<b>Citrate de fer ammoniacal</b>	0,5 g
<b>Agar agar bactériologique</b>	11,0 g
<b>pH</b>	7,6 ± 0,2

- **Gélose Héктоen:** milieu pour la recherche des salmonelle.  
dissoudre 76g dans 1000 ml d'eau distillé, autoclaver à 121°C pendant 15 min.

<b>Peptone</b>	12,0g
<b>Lactose</b>	12,0g
<b>Sucrose</b>	12,0g
<b>Bile Salts N°3</b>	9,0 g
<b>Sodium Thiosulfat</b>	5,0 g
<b>Yeast extract</b>	3,0g
<b>Solicit</b>	2,0g
<b>Ferric ammonium citrate</b>	1,5g
<b>Acide fuchin</b>	0,1g
<b>Bromo thymol blue</b>	0,064g
<b>NaCl</b>	5,0g

## I.2. Composition des milieux de culture liquides:

- **Bouillon de Rothe S/C:** milieu pour la recherche des streptocoques du groupe D
- dissoudre 35.6 g dans 1000 ml d'eau distillé, autoclaver à 121°C pendant 15 min.

<b>Polypeptone</b>	20,0 g
<b>Glucose</b>	5,0 g
<b>Chlorure de sodium</b>	5,0 g
<b>Phosphate monopotassique</b>	2,7 g
<b>Phosphate dipotassique</b>	2,7 g
<b>Azide de sodium</b>	0,2 g
<b>pH</b>	6,8 ± 0,2

- **Bouillon de Litsky** milieu pour la confirmation des streptocoques.  
dissoudre 38.8 g dans 1000 ml d'eau distillé, autoclaver à 121°C pendant 15 min.

<b>Polypeptone</b>	20,0 g
<b>Glucose</b>	5,0 g
<b>Chlorure de sodium</b>	5,0 g
<b>Phosphate monopotassique</b>	2,7 g
<b>Phosphate dipotassique</b>	2,7 g
<b>Azide de sodium</b>	0,3 g
<b>Ethyl-violet</b>	0,5 mg
<b>pH</b>	6,8 ± 0,2

- **Bouillon Giolitti et Cantoni:** milieu pour pré-enrichissement des staphylocoques.

dissoudre 54.2 g dans 1000 ml d'eau distillé, autoclaver à 121°C pendant 15 min.

<b>Tryptone</b>	10,0 g
<b>Extrait de viande</b>	5,0 g
<b>Extrait de levure</b>	5,0 g
<b>Glycine</b>	1,2 g
<b>Mannitol</b>	20,0 g
<b>Pyruvate de sodium</b>	3,0 g
<b>Chlorure de sodium</b>	5,0 g
<b>Chlorure de lithium</b>	5,0 g
<b>Tween 80</b>	1,0 g
<b>pH</b>	6,9 ± 0,2

**Bouillon Sélénite:** milieu pour enrichissement des salmonelles, autoclaver à 121°C pendant 15 min.

<b>Tryptone</b>	5,0g
<b>Phosphate de sodium</b>	10,0g
<b>Lactose</b>	4,0g
<b>pH</b>	7

**Eau physiologique:**

dissoudre 54.2 g dans 1000 ml d'eau distillé, autoclaver à 121°C pendant 15 min.

<b>NaCl</b>	9,0g
<b>pH</b>	7

## II. Table de mac Grady :

Tableau (1) Table de NPP (INSTITUT PASTEUR d'Algerie,2002).

1×50ml	5×10ml	5×1ml	Nombre caractéristique	Limites de confiance	
				Inferieur	Supérieur
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0.5	4
0	0	2	2	<0.5	6
0	1	0	1	<0.5	4
0	1	1	2	<0.5	6
0	1	2	3	<0.5	8
0	2	0	2	<0.5	6
0	2	1	3	<0.5	8
0	2	2	4	<0.5	11
0	3	0	3	<0.5	8
0	3	1	5	<0.5	13
0	4	0	5	<0.5	13
1	0	0	1	<0.5	4
1	0	1	3	<0.5	8
1	0	2	4	<0.5	11
1	0	3	6	<0.5	15
1	1	0	3	<0.5	8
1	1	1	5	<0.5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	<0.5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	66
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	59
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	100
1	4	5	43	15	120
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	100
1	5	2	54	18	140
1	5	3	92	27	220
1	5	4	160	39	450
1	5	5	>240		

**Tableau (2) Paramètres microbiologiques (Normes de l'OMS2006)(Larbi,A.Mekkaoui,2011).**

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	Valeur indicatives
Paramètres microbiologiques	Coliformes totaux	nb/100ml	0
	Coliformes fécaux	nb/100ml	0
	Streptocoques fécaux	nb/100ml	0
	Clostridium Sulfito-réducteurs	nb/100ml	0
	Staphylocoques pathogènes	nb/100ml	0
	<i>salmonella</i>	nb/5l	Absence
	Spores des bactéries	nb/20ml	0
	Flore totale aérobie mésophile	UFC/ml	20

**Tableau (3) parametres physiques avec les valeurs indicatives(Norme de l'OMS2006)(Lentech).**

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	Valeur indicatives
Paramètres physique	pH		Optimumentre 6.5et9.5
	Température	C°	Acceptable
	turbidité	NTU	5

**Tableau (4) valeur indicative de conductivité électrique(norme de l'OMS2004).**

Paramètre	Unité	Valeur indicative
Conductivité électrique	µS/cm	400

**Tableau (5) classification des eaux selon la conductivité (SARL.H.,2014).**

Type d'eaux	Conductivité (µS/Cm)
Eau pure	<23
Eau douce peu minéralisée	100 à 200
Eau de minéralisation moyenne	250 à 5000
Eau très miniralisée	1000 à 2500

**Tableau (6) classification des eaux selon la trbidité (JOEL.G.,2003).**

Type d'eaux	Turbidité (NTU)
Eau clair	<5
Eau légèrement trouble	5 à 30
Eau rouble	>5