



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 Ibrahimy BBA

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

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

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences biologique

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Science Agronomique

Spécialité: Biodiversité et Environnement

Intitulé:

**Contribution à l'étude physico-chimique et bactériologique d'Oued El
Ksob wilaya de Bordj Bou Arreridj.**

Présenté par:

Amrai Rabiaa & Boudissa Fatma

Soutenu le 24/07/2023

Devant le Jury :

Président :	Mr GuissousMoukhtar	MCB	Université de Bordj Bou Arreridj
Encadrant :	Mme Baaziz Naima	MCB	Université de Bordj Bou Arreridj
Co-Encadrant	Mme Ferahtia Amel		Université de Bordj Bou Arreridj
Examineur :	Mr BensouilahTaqiyeddine	MCA	Université de Bordj Bou Arreridj

Année Universitaire 2022/2023

Remerciement

Tout d'abord nous tenons à remercier ALLAH, le tout puissant, qui nous a donné la force, l'intelligence et la patience d'accomplir ce modeste travail.

*Nos sincères remerciements et respects vont à notre encadreur vont à Mme **NAIMA BAZIZ** nous la remercions de tout cœur pour sa patience et sa confiance qu'elle nous a toujours accordée durant notre travail*

Nous la remercions également pour sa présence constante à nos côtés et ses précieux conseils ses encouragements nous ont aidés dans notre travail et nous y ont aidés, fournissez-nous tous les moyens et les ressources nécessaires pour accomplir ce travail

*Nos remerciements s'adressent également aux membres de jury le président Dr. **GUISSOUS MOKHTAR** et l'examineur Dr. **BENSOULAH TAQIYEDDINE** qui ont accepté d'évaluer notre travail et de nous avoir honorés pour leur présence.*

*Sans oublier notre Co-encadreur **FERAHIA AMEL** pour ces efforts
Merci aussi à nos professeurs à qui on s'exprime tous nos respects Et profonde gratitude.*

*Aussi, nous présentons notre reconnaissance à tous les ingénieurs des laboratoires de **SNV** et de **ST Bordj Bou Arreridj MAKHOKH N., AMELMARIA, FADIL** qui nous ont conseillés et soutenus le long de la réalisation de ce travail*

Nos sincères remerciements vont à tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont aidés à accomplir ce travail.

Rabiah fatma

2023

Dédicace :

الحمد لله الذي ما تم جهد و لا خُتم سعي إلا بفضلِهِ.

Aujourd'hui et après toutes ces années, c'est le fruit de cinq ans, J'ai l'honneur, mais surtout le plaisir de dédier ce modeste travail à toutes les personnes qui m'aiment, qui croient en moi.

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

A MA CHER MERE

Aucun dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma confédération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me porter depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours .

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés , le fruit de vos innombrable sacrifice . Puis Allah, le Très Haut, vous accorder santé , bonheur et longue vie.

A MON TRES CHER PERE

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.

Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection

- **A mon cher frère et mes chères sœurs :ZOUHIR , MERIEM,NAIMA**

Merci pour votre soutien durant ces années, pour avoir toujours cru en moi et pour m'avoir encouragée sans cesse, que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

- **A mes nièces et neveux d'amour :**

LOUAI ,MOUAATAZ ,ANAS,ILYAS, ABD ALLAH,SIDRA RITADJ.

- **A mes chères amies :**

FATMA ,NIHAD,SOUMIA,NOURA,MARWA,ABIRRet un dédicace spécial à la personne la plus chère **BRAHIM** et mon meilleure ami qui m'a soutenu et motivé **WARDO**je vous aime.

Sans oublier mon binôme **FATMA** pour sa patience et sa compréhension tout au long de ce travail et la promo Master 02 Biodiversité et Environnement 2023 .

2023



Rabaa

Dédicace

عظم المراد فهان الطريق

فجاءت لذة الوصول لتمحي مشقة السنين.

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

MON CHER PERE

A l'homme, mon précieuse offre d'Allah, je vous remercie pour votre soutien, votre affection, et la confiance que vous m'aviez accordé, j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

A LA MEMOIRE DE MA MERE

Ce travail est dédié à ma mère, décidée trop tôt. J'espère que, du monde qui est sien maintenant, elle apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié de la salut de son âme. Puisse Allah, et tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde.

A ma deuxième mère qui ne ma pas quitté un seul instant tout au long de mon parcours et grâce à elle que j'en suis arrivé là où je suis aujourd'hui.

à mes chères sœurs : Terkia et son mari Hamoud, Djihene son mari Yaakoub

A mes petites sœurs Hadjer et Riham

A mes neveux et nièces d'amour : AbdArrehman, Aymen, Djomana, Eliana

aussi ma cousine Roumaissa et spécialement à mes meilleures amies Rabiaa et Nihad

A MON CHER GRAND PERE

à toutes les personnes qui m'aiment, qui croient en moi. à toute ma famille et tout la promo de *Master 2 Biodiversité et Environnement 2023*.

fatma



Sommaire

Résumé

الخلاصة

Abstract

La liste des abréviations

La liste des figures

La liste des tableaux

Introduction.....01

Chapitre I : l'eau et la pollution

1. Les écosystèmes aquatiques	03
1.1. Les différents écosystèmes aquatiques	03
1.1.1. Ecosystème lentique.....	03
1.1.2. Ecosystème lotique.....	03
2. Les activités humaines et les sources de pollution des eaux.....	04
2.1. Types de pollution	04
2.1.1. Pollution physique.....	04
2.1.2. Pollution chimique.....	05
2.1.3. Pollution biologique.....	05
2.2. L'origine de la pollution de l'eau	06
2.2.1. La pollution d'origine domestique et urbaine	06
2.2.2. La pollution d'origine industrielle.....	06
2.2.3. La pollution d'origine agricole.....	07
3. Paramètres physico-chimiques de la surveillance de la qualité de l'eau.....	07
3.1. Température (T).....	07

3.2. Conductivité électrique(CE)	08
3.3. Potentiel Hydrique (pH).....	08
3.4. Résidus secs (RS)	08
3.5. Salinité	09
3.6. Turbidité.....	09
3.7. Dureté totale (TH).....	09
3.8. Chlorure (Cl ⁻)	09
3.9. Fer (Fe).....	10
3.10. Nitrite (NO ⁻²)	10
3.11. Nitrate(NO ⁻³)	10
3.12. Calcium (Ca ²⁺)	11
3.13. Magnésium (Mg ²⁺)	11
3.14. Demande chimique en oxygène (DCO)	11
3.15. Demande biochimique en oxygène (DBO5)	11
4. Paramètre bactériologique	12
4.1. Les coliformes totaux.....	12
4.2. Les coliformes fécaux	12
4.3. Les mésophile	13

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

1. Présentation de la région wilaya Bordj Bou Arreridj	14
2. Présentation de la zone d'étude (l'Oued Ksob)	15
3. Réseau hydrologique.....	15
4. Topographie de la région.....	16

4.1. Reliefs de la région.....	16
4.2. Pédologie de la région.....	17
5. Climat de la région	17
➤ Précipitation.....	18
➤ Température.....	20
➤ Synthèse climatique.....	21

Chapitre III : Matériel et méthode

1. Echantillonnage	24
1.1. Prélèvement d'échantillon	24
1.2. Matériel d'échantillonnage.....	25
1.3. Conservation, transport et stockage des échantillons.....	25
2. Méthodes de mesures et analyses de l'eau.....	25
2.1. Paramètres physico-chimique	25
2.1.1. Mesures sur terrain.....	25
2.1.2. Analyse aulaboratoire	26
2.1.2.1. Détermination du pH.....	26
2.1.2.2. Mesure de la conductivité(CE).....	26
2.1.2.3. Mesure de la salinité	27
2.1.2.4. Détermination de la turbidité.....	27
2.1.2.5. Résidus sec	27
2.1.2.6. Dosage des nitrites (NO ⁻²).....	28
2.1.2.7. Dosage des nitrates(NO ⁻³)	28
2.1.2.8. Détermination de la dureté totale (TH).....	28

2.1.2.9. Dosage de chlorure (Cl ⁻).....	28
2.1.2.10. Demande biochimique en oxygène(DBO5)	29
2.1.2.11. Demande chimique en oxygène(DCO)	29
2.2 Paramètres Bactériologiques	29
2.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes et <i>d'Escherichia Coli</i>	30
2.2.2. Recherche des bactérie Flore Totale Mésophiles Aérobie (FTAM).....	32

Chapitre IV : Résultats et Discussion

1. Analyses physico-chimiques	35
1.1. Température de l'eau.....	35
1.2. Le potentiel hydrique pH.....	36
1.3. Conductivité électrique CE.....	37
1.4. Salinité.....	38
1.5. Turbidité.....	39
1.6. Résidu sec.....	40
1.7. La dureté TH.....	41
1.8. Chlorure.....	42
1.9. Nitrate.....	43
1.10. Nitrite	44
1.11. Demande Biochimique en Oxygène	45
2. Paramètres bactériologiques.....	46
2.1. Les coliformes totaux et les coli bacilles.....	46
2.2. Les bactérie Flore Totale Aérobie Mésophiles	47

Conclusion

Référence bibliographique

Annexe

Résumé

Il y a beaucoup de vallées au niveau de willaya de Bordj Bou Arerridj où dans notre étude nous avons alloué Oued Ksob, qui est l'une des sources les plus importantes où de nombreux cours d'eaux secondaire sont infectés. Nous avons effectué plusieurs évaluations sur le terrain pour évaluer la qualité de cette eau, qui est très susceptible d'être exposée à de nombreux polluants. Nous avons donc prélevé six échantillons de six stations différentes le long de la vallée étudiée.

Notre travail consiste à la détermination de la qualité physico-chimique et biologique des eaux d'Oued Ksob et de valoriser cet écosystème aquatique. , les analyses ont été effectuées sur différents échantillons en mesurant les paramètres physico-chimiques suivant : pH, conductivité, température , DBO , nitrate , nitrite ,chlorure .

D'autre part, les analyses microbiologiques ont porté sur les germes à savoir les coliformes totaux, les coliformes fécaux telle que *Escherichia coli*, la flore mésophile anaérobie total.

Il ressort selon les résultats obtenus, que la plupart des paramètres physico-chimiques ne sont pas dans les normes admises et par conséquent la qualité de cette cours d'eau est relativement mauvaise pour l'irrigation .cependant, les analyses bactériologiques ont révélé leur présence en germes de contamination fécale.

Les mots clés : les paramètres physico-chimiques, les analyses bactériologiques, Oued Ksob, écosystème aquatique, la pollution.

ملخص

يوجد العديد من الودية على مستوى ولاية برج بوعريريج حيث خصصنا في دراستنا وادي القصب الذي يعتبر من اهم المنابع التي يصب فيه العديد من المجاري الفرعية ، فقمنا بعدة خرجات ميدانية لتقييم نوعية هذه المياه التي من المحتمل جدا تعرضها للعديد من الملوثات فأخذنا ست عينات من ستة محطات مختلفة على طول الواد المدروس.

تركز دراستنا على تقييم المكونات الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لمياه واد القصب برج بوعريريج وتتمين هذا النظام البيئي المائي. أجريت تحاليل فيزيائية و كيميائية على عدة عينات من مواقع مختلفة منها :درجة الحموضة. الموصلية الكهربائية،درجة الحرارة،الطلب البيولوجي على الأكسجين. و النترات و النتريت و الكلوريد.

من جهة أخرى أجريت تحاليل بكتريولوجية على الكائنات الدقيقة التالية : القولونيات الكلية ، القولونياتالبرازية مثل

E. coli

استنادا على النتائج المتحصل عليها تبين أن معظم التحاليل الفيزيائية و الكيميائية ليست ضمن المعايير المقبولة. وبالتالي نوعية المياه لهذه المناطق سيئة نسبيا وغير صالحة للسقي والرعي. أما التحاليل البكتريولوجية فأظهرت وجود عدد كبير من البكتيريا الدالة على عدوى برازية.

الكلمات المفتاحية: المعايير الفيزيائية – الكيميائية، التحاليل الميكروبيولوجية، التلوث، وادي القصب ، النظام البيئي المائي.

La liste des abréviations

% :	Pourcentage
°C :	Degrés Celsius
µs/m :	Micro siemens par mètre
BBA :	Bordj Bou Arreridj
BCPL :	Bouillon Lactose au Bromo Crésol
C.F :	Coliformes fécaux
C.T :	Coliformes totaux
Ca²⁺ :	Calcium
Cl⁻ :	Chlorure
DBO5 :	Demande biologique en oxygène pendant 5 jours
DCO :	Demande biochimique en oxygène
EDTA :	Ethylène diamine tétracétique
Fe :	fer
FTAM :	Bactéries Flore Mésophiles Aérobie Totale.
MES :	Matière en suspension
mg/l :	milligramme par litre
Mg²⁺ :	Magnésium
mm :	Millimètre
NO₂⁻ :	Nitrite
NO₃⁻ :	Nitrate
OMS :	Organisation Mondiale de la Sante
pH :	Potentiel d'hydrogène
R.S :	Résidus sec
SO₄²⁻ :	Sulfate
T :	Température
TH :	Titre hydrotimétrique

La liste des figures

Figure 01 : Localisation de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (ANDI, 2013).	8
Figures 02: Carte des relief de Bordj Bou Arreridj (Tennah et Saidat, 2019).	9
Figure 03: Diagramme qui représente les précipitation mensuelles maximales (M), minimales (m) et moyennes en degré Celsius °C de la région de Bordj Bou Arreridj pour la période (2023)	13
Figure 04: Diagramme ombrothermique de la région de Bordj Bou Arreridj (2012-2022)	15
Figure 05: Place de la région de Bordj Bou-Arreridj dans le climagramme d'Emberger durant la période allant de (2012-2022)	17
Figures 06: Localisation des points de prélèvements les échantillonnages (Google Maps).	18
Figure 07 : Recherche des coliforme totaux et coliforme fécaux. (Lebres et Moufok, 2002).	28
Figure 08: Recherche des bactéries Flore Mésophiles Aérobie Totale (FTAM).	30
Figure 09 : Variation spatiotemporelle de la température des eaux d'Oued Ksob .	31
Figure 10: Variation spatiotemporelle du pH des eaux d'Oued Ksob.	33
Figure 11: Variation spatiotemporelle de la conductivité électrique des eaux d'Oued Ksob.	34
Figure 12: Variation spatiotemporelle de la Salinité des eaux d'Oued Ksob.	35
Figure 13 : Variation spatiotemporelle de la turbidité des eaux d'Oued Ksob.	36
Figure14 :Variation spatiotemporelle derésidus secsdes eaux d'Oued Ksob.	37
Figure 15: Variation spatiotemporelle de la dureté de l'eau d'Oued Ksob.	38
Figure16: Variation spatiotemporelle des chlorures des eaux d'Oued Ksob.	39
Figure 17: Variation spatiotemporelle des nitrates des eaux d'Oued Ksob .	40
Figure 18: Variation spatiotemporelle des nitrites des eaux d'Oued Ksob.	41
Figure 19: Variation spatiotemporelle de DBO 5 des eaux d'Oued Ksob.	42
Figures 20 : Résultats des analyses microbiologiques	44
Figures 21 : Résultats des analyses des Flore Mésophiles Aérobie	45

La liste des tableaux

Tableau I : Valeurs des précipitations mensuelles exprimées en mm obtenues en (2012-2022) (www.wofrance.fr).	12
Tableau II : Précipitations annuelle (en mm) obtenues à B.B.A. durant la période de (2012-2022). (www.wofrance.fr)	12
Tableau III : Précipitations saisonnière (en mm) obtenues à B.B.A. durant la période de (2012-2022). (www.wofrance.fr)	13
Tableau IV : Précipitations mensuelles (en mm) obtenues à B.B.A. durant la période de (2023). (www.wofrance.fr)	13
Tableau V : Température moyenne exprimée en degré Celsius, dans la région de BBA (Tutiempo, 2022).	14
Tableau VI : Qualité des eaux en fonction de la conductivité.	20
Tableau VII :Classes de turbidité usuelles (NTU néphélobimétrie turbidité unit).	21
Tableau VIII : Les concentrations des CT, CF.	43

Introduction

L'eau joue un rôle fondamental dans la vie et le développement socio-économique d'un pays, il est donc essentiel de mieux appréhender les ressources en eau disponibles. Cela inclut une compréhension approfondie de la vulnérabilité de ces ressources face à divers facteurs, ainsi que des mesures nécessaires pour gérer et préserver ces ressources (**Bouras et Sekfali, 2013**).

Ces dernières années, la qualité de l'eau dans le monde s'est dégradée de manière significative en raison de la libération incontrôlée de déchets industriels et de l'utilisation intensive d'engrais dans l'agriculture, ainsi que des rejets domestiques et industriels. Cette contamination chimique altère la composition de l'eau, la rendant inappropriée pour l'usage auquel elle est destinée. (**Reggam et al, 2015**). D'après les travaux d'Alliat, Diafat, Benuillah et Ferahtia et ces nombreuses études se sont également concentrées sur l'examen des impacts différentiels des rejets industriels et urbains sur la qualité de l'eau et l'évolution de la pollution.

Les cours d'eaux de BBA sont devenus impératif de contrôler la qualité de l'eau, sa pollution peut avoir des effets catastrophiques sur les sols, les plantes, les animaux et les humains, et cela affecte négativement la sécurité environnementale de notre écosystème aquatique et la biodiversité.

Oued El Ksob a connu ces dernières années un grand changement à cause des rejets urbains industriels et agricole engrais et pesticides déversés dans celui-ci ont causé des modifications physiques, chimiques et biologiques de la qualité de ses eaux ce qui traverse des hectares des terres agricoles où se pose également le problème d'irrigation et de pâturage par les eaux de l'Oued.

L'objectif de cette étude est de déterminer la qualité physico-chimique et biologique des eaux d'Oued Ksob. Et de connaître le degré de pollution, et jusqu'à quel niveau a été atteint et grâce aux prélèvements effectués de la source à l'aval, nous suivons l'évolution de la pollution dans cette vallée fluviale qui se jette dans un barrage.

Le travail est organisé en quatre chapitres:

Chapitre 1 :L'eau et la pollution : ce chapitre comprend une recherche bibliographique en définissant la pollution et ses catégories

Introduction

Chapitre 02 : Présentation de la zone d'étude (Oued Ksob.)

Chapitre 03 : Matériel et méthodes : Echantillonnage, analyses physico-chimiques et Bactériologiques.

Chapitre 04 : Résultats et Discussion

Enfin Nous avons achevé ce travail avec une conclusion et des recommandations.

Chapitre I :

L'eau et la pollution

1. Écosystème aquatique

Une définition générale d'écosystème aquatique comprend un biotope (un habitat et ses conditions environnementales) et une biocénose (l'ensemble des organismes qui y vivent). La particularité d'un écosystème aquatique est que son biotope est un milieu aquatique créé par le cycle de l'eau. Ainsi, les précipitations sont le résultat de l'évaporation de l'eau des océans et des continents (et même de la transpiration des êtres vivants). Les précipitations se sont produites dans les océans tout autant que sur terre. Dans le cas de ces derniers, l'alimentation en eau est soit piégée (constituée de mares, lacs, mares, ou étangs par infiltration) soit retourne à l'océan après avoir été déposée sur le continent. Ce ruissellement est constitué de rivières et de fleuves qui refluent vers la mer. **(Prévost, 2005).**

1.1. Les différents types des écosystèmes aquatiques : il existe deux principaux types :

1.1.1. Ecosystème Lentique :

Plans d'eau fermés qui restent dans des zones avec peu ou pas d'évaporation et des eaux presque stagnantes. Se distinguent les uns des autres par leur taille et leur profondeur (étangs, lacs, mares, fossés, rizières, etc.) **(Clement, 2006)** un milieu humide marqué par une circulation rapide de l'eau. Parmi celles-ci, les circonstances de vie dans les eaux stagnantes dépendent principalement de la topographie, de l'éclairage, de la température, de la présence de substances riches en nutriments et des niveaux d'oxygène **(Ferahtia, 2021).**

_ Les zones humides

Sont submergés de façon permanente ou temporaire par des eaux peu profondes et stagnantes qui sont directement influencées par les écosystèmes aquatiques. La Convention de Ramsar a une définition très large des zones humides, y compris « les zones de marais, les masses d'eau, permanentes ou temporaires, où l'eau s'écoule et demeure immobile, qu'elle soit salée ou douce, y compris les étendues d'eau de mer lorsque la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres **(RAMSAR, 1994)**. Lorsqu'il s'agit de zones humides endoréiques, également appelées chotts et sebkhas, sont les plus distinctives d'Algérie. Ils sont constitués de lacs salés athalassiques asséchés l'été et gelés l'hiver **(Medjani, 2016 ; Bouldjedri et al., 2016)**.

1.1.2. Ecosystème Lotique

Les caractéristiques principales des cours d'eau (largeur, quantité d'eau, courant) permettent de différencier les ruisseaux, des milieux ouverts, liés aux eaux courantes, et étroitement liés aux écosystèmes terrestres environnants des rivières et canaux **(Chouteau, 2004)**. Parmi les eaux lotiques on peut distinguer les oueds :

_ Les Oueds

C'est un canal fluvial temporaire dans les zones arides et semi-arides. Son débit dépend des précipitations et il peut rester sec pendant de longues périodes. Chaque oued est constitué d'un affluent ou d'un lit de rivière où se termine un affluent. Une partie de l'eau s'infiltré dans le sol par percolation, ce qui explique la richesse réelle ou potentielle de sa végétation (**Kassas, 1953**).

Plus précisément, une rivière, un lac ou une zone humide est un système habité un complexe de nombreuses espèces biologiques très diverses qui interagissent les unes avec les autres. Ils établissent la coexistence, la compétition, prédation ou parasitisme. Ces espèces ne sont pas autosuffisantes grandir, ils ont besoin de l'énergie et de la nourriture que leur fournit l'environnement extérieur composé d'eau, de sol et d'atmosphère.

La composition de ces populations dépend donc étroitement des conditions de vie qui leur sont offertes, à savoir du courant et de la profondeur de l'eau, du relief et de la végétation du bassin versant, des conditions atmosphériques et de la qualité physico-chimique de l'eau (**Ferahtia, 2021**).

2. Les activités humaines et les sources de pollution des eaux

L'utilisation humaine de l'eau et du sol affecte la qualité des ressources en eau en introduisant dans les systèmes aquatiques des éléments qui interfèrent avec leur fonctionnement et réduisent la capacité d'utilisation de ces milieux (**Assaad, 2014; Bouamrane, 2008**).

2. 1. Types de pollution

On distingue traditionnellement différents types de pollution en fonction de l'agent polluant qui peut être d'origine physique, chimique ou biologique.

2. 1.1. Pollution physique

C'est un type de pollution qui se traduit par la présence de particules de différentes tailles et matières dans l'eau, ce qui lui donne un caractère trouble. Il existe également une distinction entre la matière qui coule (plus lourde que l'eau elle-même), la matière flottante (plus légère que l'eau elle-même) et la matière inséparable (même densité que l'eau) (**Bouziati, 2000**). La pollution physique fait référence à d'autres types de pollution, telles que la pollution thermique due à des températures élevées entraînant une réduction de la teneur en oxygène dissous et une réduction de la solubilité des gaz et la pollution radioactive, où la

radioactivité dans les masses d'eau naturelles peut être d'origine naturelle ou artificielle (énergie nucléaire) (**Bouziani, 2000**).

2. 1 .2. Pollution chimique

La pollution chimique de l'eau est causée par la libération de certains minéraux toxiques tels que les nitrates, les phosphates, l'ammoniac et d'autres sels, ainsi que des ions métalliques dans les cours d'eau. Ces substances ont un effet toxique sur les matières organiques, les rendant encore plus dangereuses. (**Boudjelal et Djoudi, 2008**).

Les polluants chimiques sont actuellement divisés en cinq catégories : les produits chimiques dits indésirables, les pesticides, les produits apparentés, les détergents et colorants, et les autres éléments toxiques. (**Bouziani, 2000**).

2. 1 .3. Pollution biologique

Abriment un grand nombre de micro-organismes qui leur servent soit d'habitat naturel, soit simplement de moyen de transport. L'importance de la contamination de l'eau est en outre influencée par la taille de la population, les conditions d'hygiène, les caractéristiques écologiques et les tendances épidémiologiques. Les principaux organismes pathogènes qui prolifèrent dans l'eau sont des bactéries, des virus, des parasites et des champignons; on parle alors de pollution bactérienne, virale ou parasitaire. (**Thomas et al, 1995**).

Ils constituent les organismes libres et des agents pathogènes :

- **Organismes libres** : Parmi les organismes libres présents dans l'eau figurent le planctons et les macro invertébrés. (Chibani, 2009)
- **Agents pathogènes** : Il s'agit notamment des virus, des bactéries et des parasites. Ils sont nocifs pour la santé humaine et limitent ainsi l'utilisation de l'eau (**Chibani, 2009 ; Boucherit et Hakimi, 2016**)
- **les composés toxiques** : Ce sont essentiellement :
 - Les métaux lourds (Mercure, Plomb, Zinc, Vanadium, Chrome IV ... ect) et les minéraux d'origines agricoles (organochloré, organophosphorés et les organométalliques) et les métaux d'origines industrielles (**Chibani, 2009**).

2.2. Origine de la pollution de l'eau

Selon la source des polluants, on peut distinguer:

2.2. 1. La pollution d'origine domestique et urbaine

On distingue deux types des effluents urbain :

- **Les eaux usées ou eaux résiduaires:** D'après(Ramade, 2000).Les eaux usées sont des eaux qui sont rejetées après avoir été utilisées dans des contextes domestiques, industriels ou agricoles. Elles représentent un liquide contaminé qui est évacué dans un système d'égouts. Ces eaux sont également connues sous le nom d'eaux résiduaires. Lorsque les êtres humains utilisent l'eau, ils ne se contentent pas de la consommer, mais ils en rejettent également une partie dans leur environnement. Ce phénomène est connu sous le nom d'eaux usées (Moulineetal., 2013)

- **Les eaux pluviales ou de ruissellement urbain :** Leur provenance est principalement domestique. Ces liquides sont un mélange d'eaux qui contiennent des excréments humains (urine) et des matières fécales (eaux vannes), ainsi que de l'eau provenant des toilettes, du nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères). Les eaux usées urbaines peuvent également contenir des eaux résiduaires provenant d'activités industrielles, mais normalement, ces eaux usées industrielles doivent subir un traitement préalable à l'usine afin de présenter des caractéristiques similaires à celles des eaux usées domestiques, permettant ainsi un traitement commun (Grosclaude, 1999).

2.2.2. La pollution d'origine industrielle

Les opérations rejettent des polluants dans les approvisionnements en eau à proximité, directement ou indirectement. (Chibani, 2009) Ces les polluants se distinguent par un large éventail de caractéristiques, y compris l'utilisation de l'eau dans les processus industriels tels que le refroidissement, le lavage, l'extraction et la fabrication de solutions.des processus tels que le refroidissement, le lavage, l'extraction et la fabrication de solutions. (Benchabane et Merzoug, 2015) Effectivement, selon le type d'industrie, les matières polluantes peuvent varier. Voici quelques exemples :

- 1) Hydrocarbures (industrie pétrolières, transport)
- 2) Métaux (traitement de surface, métallurgie)
- 3) Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries....)
- 4) Eaux chaudes (circuits de refroidissements des centrales thermiques)

- 5) Matières radioactives (centrales nucléaires ; traitement des déchets radioactifs)
(Boucherit et Hakimi, 2016).

2.2.3. La pollution d'origine agricole

L'utilisation aveugle d'herbicides, de pesticides et de fongicides est à l'origine de la pollution associée à l'agriculture. Les méthodes modernes peuvent nécessiter un travail acharné, ce qui favorise l'infiltration directe de polluants dans la nappe phréatique (NO_3 , NO_2 , SO_4 , PO_4 et Cl). (Boucherit et hakimi, 2016).

De nombreux polluants organiques et des polluants inorganiques sont rejetés dans sont rejetés dans l'environnement par les industries de l'élevage, des chevaux et de l'aviculture . Ces polluants affectent les cours d'eau par ruissellement de surface ou ruissellement souterrain .l'environnement par les industries agricoles, équine et avicole. Ces polluants affectent les cours d'eau par ruissellement de surface ou ruissellement souterrain. (Bouras et Sekfali, 2013)

Le nombre élevé d'éleveurs, qui entraîne une forte utilisation d'engrais et de pesticides et un taux élevé d'excréments d'animaux, résulte du caractère rural de la population. Cela augmente le taux de pollution des ressources en eau, qu'elles soient souterraines ou de surface. (Bouchaala, 2010).

Chapitre II :
Présentation de la zone
d'étude

Présentation de la région wilaya de Bordj Bou Arreridj

La wilaya de Bordj Bou Arreridj s'étend sur une superficie de 3 920,42 km² (RMW.2010). Dans les hautes plaines de l'Est Algérien. Géographiquement, elle est comprise entre le parallèle 36° 4'60'' de latitude Nord et entre les méridiens de longitude 4°45'0'' à l'Est de GREENWICH.

Située sur les hauts plateaux de l'est du pays, le long de l'axe Alger-Constantine, de taille limitée (ANIREF, 2011) :

- ❖ Au Nord par wilaya de Bejaia.
- ❖ l'Est par wilaya de Sétif.
- ❖ l'Ouest par wilaya de Bouira.
- ❖ Sud par wilaya de M'Sila.

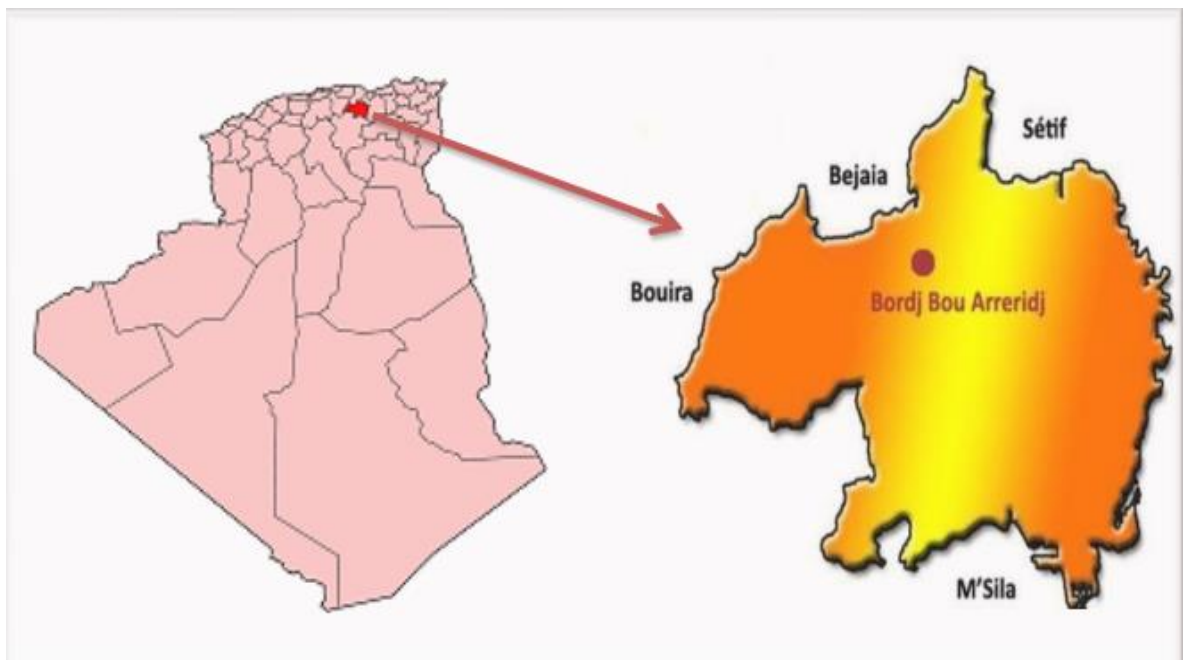


Figure 01 : Localisation de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (ANDI, 2013).

2. Présentation de la zone d'étude (BBA)

La ligne principale de Oued Ksob se débute Kariachamaliya de la willaya et se termine au Touama et il a des branches secondaire Oued Soulite, Oued Lakhder, Oued Laanacer, Oued Rabta, et Oued El Ache et ces deux dernière sont sèche. pour notre étude on a choisis des point essentiel.

Présentation de la zone d'étude (El Ach)

La commune est située au Sud de la willaya de BBA

Coordonné géographique d'El Ach :

- Latitude : 35.95 35° 57' 00" Nord, et de Longitude 4° 41' 00" Est
- Altitude : 742m
- Climat de l'El Ach : Climat méditerranéen avec été chaud (Classification de Köppen)

Ces vallée mentionnés ci-dessus font partie des vallées formées par Oued Ksob, qui alimente le barrage El Ksob dans la wilaya de M-Sila au sud, et il fait partie des bassins hydrographique de Hodna dans la wilaya de M-Sila (PDAU, 2014).

3. Réseau hydrologique

Le réseau hydrologique de Wilaya est caractérisé par deux sens d'écoulement opposés, le principal, séparé par un bassin versant. Cette limite naturelle correspond aux contraintes liées aux grands bassins versants (RMW, 2010):

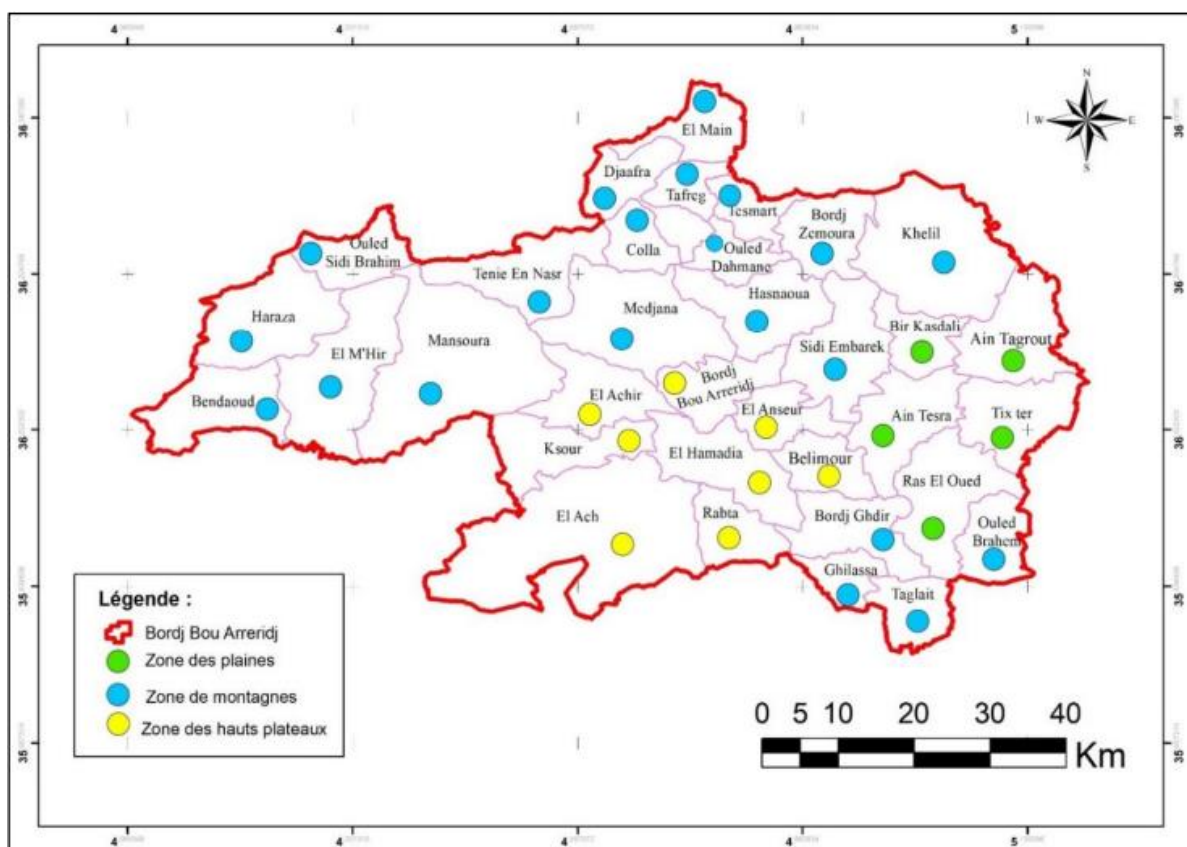
- ❖ **le bassin versant de la Soummam:** La direction principal du flux est Nord-Sud, couvrant la moitié Nord de willaya, à dominante marneuse ou argile imperméable, il y peu de points d'eau.
- ❖ **le bassin versant chott el Hodna:** s'étend sur la moitié méridionale de la région de la wilaya ou l'on trouve de nombreuses sources comme eaux souterraines est justifiée par la nature peu perméable d'une grande partie des terrains du territoire de la wilaya.

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.

4. Topographie

Selon l'Agence national de développement de l'investissement la région de BBA est constituée 3 zones géographiques (ANDI, 2013) :

- **La zone des hautes plaines** : La zone présente un relief ondulé, les parties hautes présentant un effleurage du substrat rocheux et les parties basses étant recouvertes d'alluvions et de colluvions. les surfaces les plus importantes sont occupées par les hauts plateaux.
- **La zone montagnaise** : Le flysch des montagnes du Nord est composé de schistes argileux épais entrecoupés de corniches calcaires et gneissiques. L'ensemble est très sensible à l'érosion mécanique.
- **La zone steppique** : La zone Sud-Ouest est constituée de sols légers à vocation agropastorale.



Figures 02 : Carte des relief de Bordj Bou Arreridj(Tennah et Saidat, 2019).

4.1. Relief de la région de BBA

La région de Bordj Bou Arreridj se trouve dans le Nord de l'Algérie située dans une zone montagneuse avec un relief accidenté. Cette région est située dans la partie occidentale des hautes plaines de Sétif, avec une altitude moyenne de 1050 mètres au-dessus du niveau de la mer. Elle est caractérisée par trois ensembles montagneux importants, qui sont répartis comme suit :

- Les monts du Hodna, situés au sud-ouest de la région, s'étendent sur environ 150 kmet atteignent une altitude de plus de 2000 mètres.
- Les monts de Titteri, situés au nord-ouest de la région, ont une altitude moyenne de 1400 mètres et sont séparés des monts du Hodna par la plaine de Tadla.
- Les monts de Bouzegza, situés au nord-est de la région, ont une altitude moyenne de 1300 mètres et sont séparés des monts de Titteri par la vallée de la Soummam.

Ces trois ensembles montagneux donnent à la région de Bordj Bou Arreridj un paysage spectaculaire et une grande diversité de climats et de végétation (**Anonyme**).

4.2. Pédologie de la région de BBA

La wilaya de Bordj Bou Arreridj peut être divisée en 3 zones :

a) Régions du Nord: Lessolsontpeu évolué

- 1-Classe des sols peu évolués.
- 2- Classe des sols calcimagnésiques.

b) Zone intermédiaire: diviséeen 3 catégories :

- 1- Sols calcimagnésiques.
- 2- Sols à croute calcaire.
- 3- Sols peu évolués.

c) Zone Sud : on distingue deux types de sols :

- 1-Sols peu évolués.
- 2-Sols calcimagnésiques (**Djaballah et Ould-Amer, 2006**).

5. Climat de la région de BBA

Le climat est probablement le facteur environnemental le plus important qui affecte directement les populations (Thomas, 1976). Bordj Bou Arreridj se caractérise par un climat continental, offrant Les étés sont chauds et les hivers sont froids. Les précipitations annuelles sont de 300 à 700 mm. L'altitude varie entre 302 mètres et 1 885 mètres (Helalili et Moussaoui, 2016). Il s'agit d'un ensemble de caractéristiques météorologiques pour une zone donnée. La nature du climat joue un rôle crucial dans la régulation des caractéristiques écologiques des écosystèmes continentaux. En fait, il existe des interférences entre le climat, la composition des communautés (en particulier les plantes) et les propriétés du sol d'écosystèmes spécifiques, de sorte qu'une trilogie typique climat-sol-végétation émerge (François, 2010).

➤ Précipitation

Les précipitations sont un facteur écologique d'importance fondamentale L'alternance des saisons des pluies et des saisons sèches joue un rôle essentiel dans la saison des pluies La fonction et la répartition des écosystèmes terrestres et aquatiques, également pour distribution biologique (Ramdane, 1984; Ramade, 1982).

Tableau I : Valeurs des précipitations mensuelles exprimées en mm obtenues en (2012-2022) (www.wofrance.fr).

période/Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUI	OUT	SEP	OCT	NOV	DEC
P (mm)	26,4	28	36,9	38,5	29,3	10,7	6,7	18,2	17,4	21,7	38,6	24,3

Tableau II: Précipitations annuelle (en mm) obtenues à B.B.A. durant la période de (2012-2022). (www.wofrance.fr)

période/Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
P (mm)	298.6	392.2	301.9	370	251.5	228.4	332.4	180.7	192	265.2	309.9

Tableau III: Précipitations saisonnière (en mm) obtenues à B.B.A. durant la période de (2012-2022). (www.wofrance.fr)

Saison	Hiver	printemps	Eté	Automne
PP (mm)	73,69	104,81	32,67	72,7

Tableau IV: Précipitations mensuelles (en mm) obtenues à B.B.A. durant la période de (2023). (www.wofrance.fr)

période/Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI
P (mm)	18,52	14,47	8,62	3,81	72,14

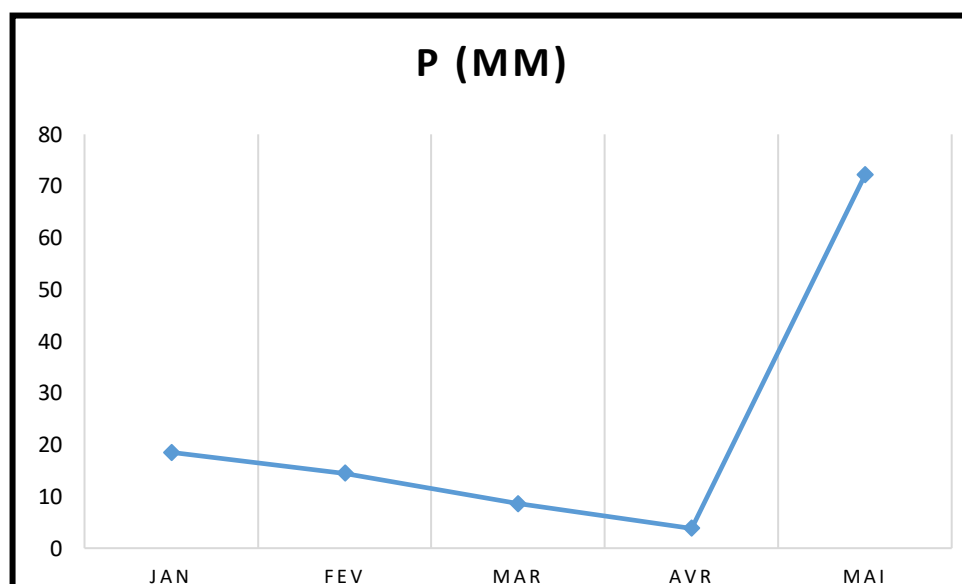


Figure 03 : Diagramme qui représente les précipitation mensuelles maximales (M), minimales (m) et moyennes en degré Celsius °C de la région de Bordj Bou Arreridj pour la période (2023).

Les variations pluviométriques enregistrées dans la Willaya de BBA au cours de l'année 2023 montrent que la pluviométrie en mai est relativement élevée, avec une valeur maximale de 72,14 mm (tableau IV).

➤ **Température**

La température est un facteur clé de la répartition et de la croissance des espèces, ainsi que de la santé globale de l'écosystème (Dajoz, 2006).

Les principales régions climatiques de la terre, et ses changements ont un impact sur l'évaporation et la transpiration, qui à leur tour affectent les niveaux de salinité de l'eau (Dajoz, 2006).

L'analyse des températures moyennes mensuelles (tableau III) démontre que la température moyenne est élevée pendant la période sèche avec une valeur maximal de 28,65 °C (station de BBA) enregistré au mois de juillet. Au contraire, L'hiver se caractérise par des températures plus basses allant de 7,2 à 13,45. La température minimale en janvier atteint 7,2°C (2012 à 2022).

Tableau V : Température moyenne exprimée en degré Celsius, dans la région de BBA (Tutiempo, 2022)

T (C°)/mois	Jen	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juit	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
M °C	12.2	13.7	16.3	21.5	26.7	33.2	37.2	35.5	30.6	24.8	16.3	23
m °C	2.2	2.8	5.3	8	11.7	16.7	20.1	19.6	17.7	12.1	6.7	3.9
(M+m)/2	7.2	8.2	10.8	14.7	19.2	24.9	28.6	27.5	24.1	18.4	11.5	13.45

Moyenne: $M+m/2$ = température moyenne mensuelle

M :moyenne mensuelle des températures maximales.

m:moyenne mensuelle des températures minimales.

A: $M-m$ = amplitude thermique.

➤ Synthèse climatique

1. Les indices climatiques

Différents indices de classification climatique ont été détaillés, et ceux les plus fréquemment utilisés ont été calculés et pris en compte dans le cadre de cette étude.

1.2. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1957)

Le diagramme ombrothermique est construit en utilisant la méthode de Bagnouls et Gaussen (1957), où les températures sont représentées sur une échelle double par rapport aux précipitations. Cette approche permet d'identifier la période sèche où la moyenne mensuelle des précipitations est inférieure ou égale au double de la température ($P \leq 2T$) (Gaussen, 1954).

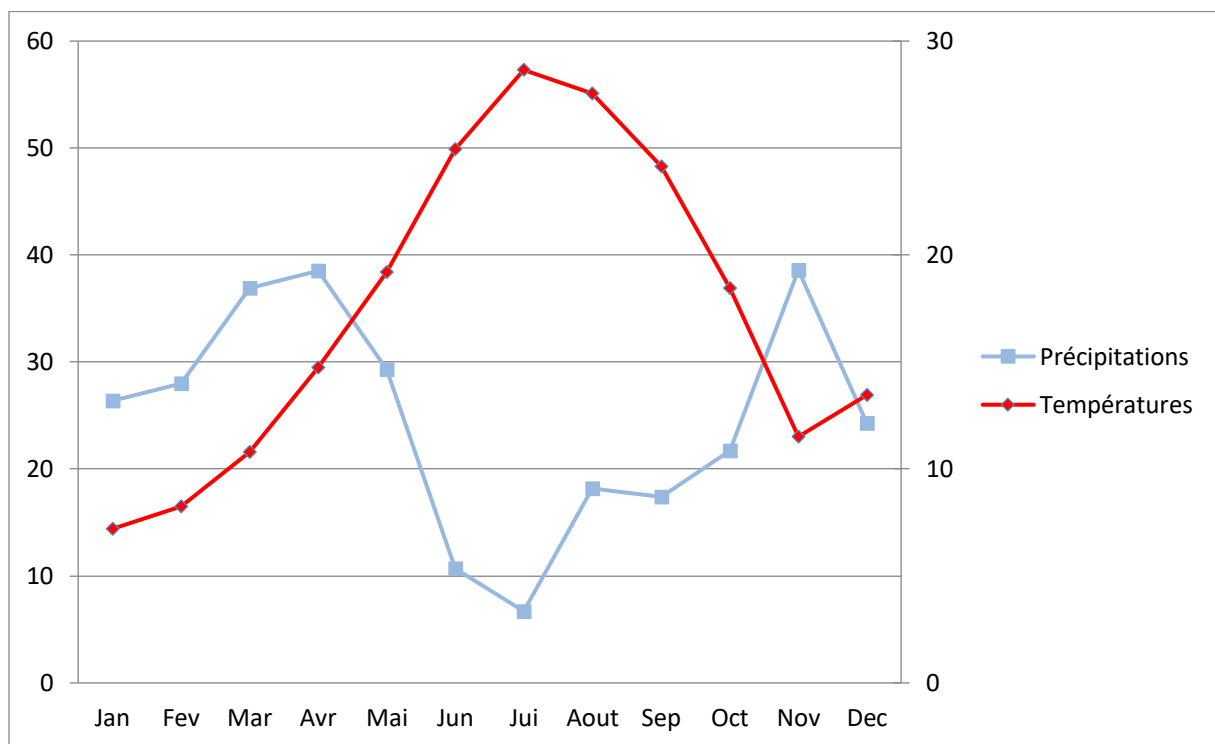


Figure 1: Diagramme ombrothermique de la région de Bordj Bou Arreridj (2012-2022)

La région de Bordj Bou-Arreridj montre la présence de deux périodes, l'une sèche qui s'étale de la mi-avril jusqu'à octobre et l'autre humide qui s'étale de janvier jusqu'à la mi-avril et d'octobre jusqu'à décembre (2012-2022) (Figure 4).

1.3 Caractérisation Bioclimatique des régions d'étude

Quotient Pluviométrique d'Emberger

Le quotient pluviométrique ou indice climatique est utilisé pour caractériser les cinq catégories distinctes du climat méditerranéen, allant de la plus sèche à celle des régions de haute montagne.

Où

$$Q_2 = 2000 [P / (M^2 - m^2)]$$

P : désigne la précipitation moyenne annuelle en mm

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré Kelvin (°K).

m : moyenne des minimum du mois le plus froid en degré Kelvin (°K), avec $T (^{\circ}K) = T (^{\circ}C) + 273,15$.

➤ Climagramme d'Emberger

Le climagramme d'Emberger ou le diagramme des bioclimats méditerranéens, aide à établir l'appartenance de la station d'étude à un certain bioclimat, tout en permettant d'identifier la variante de l'hiver.

➤ Une proposition est faite pour un diagramme des bioclimats méditerranéens avec :

_ Sur l'axe des abscisses, on trouve la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en degrés Celsius.

_ En ordonnées, le quotient pluviométrique d'Emberger

Stewart (1986) a adapté le quotient pluviométrique d'Emberger afin de le rendre plus fonctionnel et mieux adapté à une utilisation optimale dans des pays tels que l'Algérie.

M : Moyenne des maximums du mois le plus chaud (°C).

m : Moyenne des maximums du mois le plus froid (°C).

$$Q_2 = 2000 * 296,7 / (310,2^2 - 275,2^2).$$

$Q_2 = 28,96$

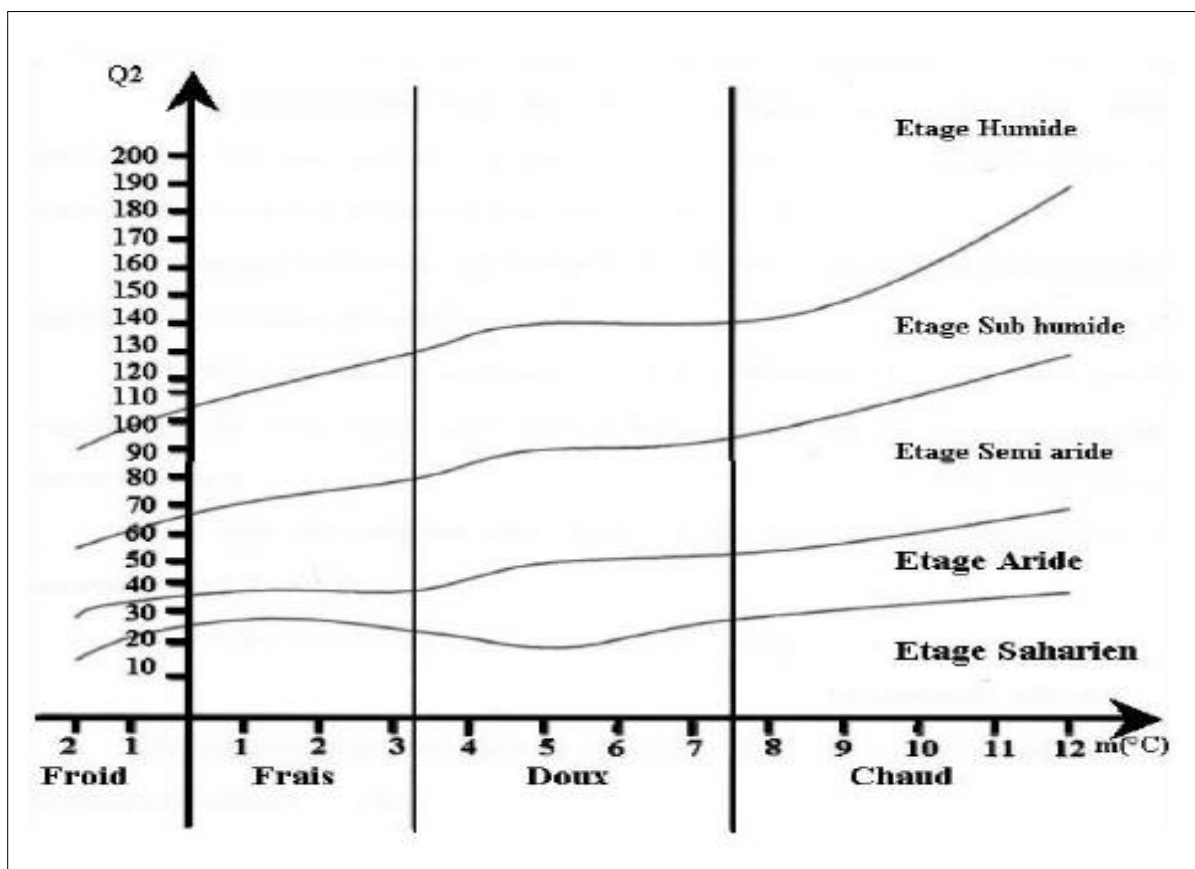


Figure 2: Place de la région de Bordj Bou-Argeridj dans le climagramme d'Emberger durant la période allant de (2012-2022)

Pour la période de 10 ans allant de 2012 à 2022, le quotient pluviométrique pour la région de Bordj Bou-Argeridj est égal à 28,96. En reportant cette valeur sur le Climagramme

d'Emberger, la région apparaît dans un étage bioclimatique aride avec des hivers frais, avec une température minimale moyenne de 2,1°C au mois le plus froid (Fig. 5).

Chapitre III :

Matériel et méthode

1. Echantillonnage :

1.1 Prélèvement d'échantillon

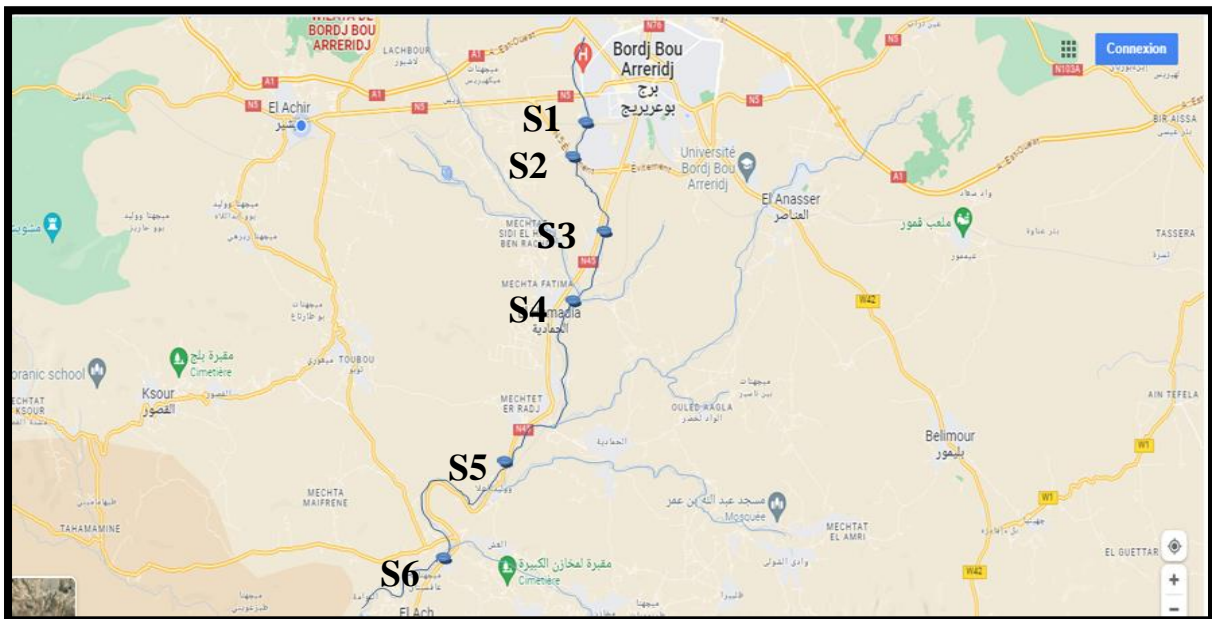
Première étape de la chaîne de mesure, l'échantillonnage conditionne les résultats analytiques et leurs interprétations ultérieures, qui à leur tour conditionnent l'ensemble des résultats. L'échantillon doit être uniforme, représentatif et obtenu sans modifier les propriétés physiques et chimiques de l'eau (**Rodier et al. 2009**).

Nous avons capable de mener des activités générales des relevés d'études de site pour chaque station étudiée grâce aux sorties sur terrain :

- **La zone d'étude Oued Ksob**

Afin de sélectionner les sites les plus représentatifs, tant du point de vue naturel que du point de vue de la pression anthropique (eaux usées, domestiques, industrielles et agricoles), qui ont un effet sur la qualité physico-chimique et microbiologique d'un cours d'eau.

Le prélèvement d'eau a été réalisé dans plusieurs stations, il été reparti le long de cours d'eau qui déversent ces eaux dans la zone de Oued Ksob afin qu'il soit accessible et reflète fidèlement les caractéristiques des eaux de surface de la zone étude .



Figures 06 : Localisation des points de prélèvements les échantillonnages(**GoogleMaps**)

1.2. Matériels d'échantillonnage

Les échantillons sont collectés dans des flacons en verre et en plastique préalablement nettoyés, étiquetés et scellés stérilement. Au moment de la collecte, ces flacons sont à nouveau rincés trois fois avec l'eau à analyser pour les analyses, puis ils sont remplis jusqu'au dessus tout en étant submergé de 20 à 30 cm sous la surface, loin des courants, des rivages et d'autres obstacles (Rodier *et al*, 2009).

1.3. Conservation, transport et stockage des échantillons

Toutes les échantillons ont le potentiels de changer plus ou moins rapidement à la suite d'une réaction physique, chimique ou biologique qui pourrait se produire entre le moment de la collecte et le temps de l'analyse. Pour cette raison, nos échantillons ont été placés dans un glacier pendant le voyage, qui était prévu pour s'assurer que les échantillons ont été livrés dans les meilleurs délais possibles (ne dépasse pas 12 heure). Quand ils sont arrivés au laboratoire, ils ont été conservés dans le réfrigérateur entre 0 et 4 °C.

2. Méthodes de mesures et analyses de l'eau

2. 1 Analyses physico-chimiques de l'eau

2. 1 .1 Mesures sur terrain

La température (°C), été mesurée directement sur site à l'aide d'un Thermomètre. En fait, ce paramètre est très sensible aux facteurs environnementaux et capables de changer de manière significative s'il n'est pas mesuré sur place.

2. 1 .2 Analyses et dosage au laboratoire

Les analyses chimiques de l'eau ont été réalisées au niveau de laboratoire de l'université et de Bordj Bou Arreridj (département SNV et ST), dans laboratoire n° 1 et n°6.

2.1.2.1 Détermination de potentiel Hydrique (pH)

Le potentiel Hydrique est mesuré au laboratoire à l'aide d'un pH mètre (inoLab,7110 WTW).

Tableau V : Classification des eaux selon leurs pH.

pH	Etat et type d'eau
pH<5	Acidité forte → Présence d'acide minéraux ou organique dans les aux naturelle.
pH=7	pH neutre
7 < pH<8	Neutralité approchée → majorité des eaux de surface
5.5<pH<8	Majorité des eaux souterraines
pH=8	Alcalinité forte, évaporation intense

2.1.2.2 Mesure de la conductivité électrique (CE)

➤ Mode opératoire

La conductivité électrique a été mesurer à l'aide d'un conductimètre

La lecture direct des résultats, et son été exprimer en uS/cm

Tableau VI: Qualité des eaux en fonction de la conductivité.

conductivité<100 uS/cm	Minéralisation très faible
100 uS/cm<conductivité<200 uS/cm	Minéralisation faible
200uS/cm<conductivité< 333uS/cm	Minéralisation moyenne
333uS/cm<conductivité<666 uS/cm	Minéralisation moyenne accentuée
666uS/cm<conductivité< 1000uS/cm	Minéralisation important
conductivité>1000uS/cm	Minéralisation élevée

2.1.2.3 Mesure de la salinité

➤ Principe

La salinité absolue mesure la concentration de l'eau en sels dissous (chlorure de sodium, chlorure de magnésium ,sulfate de magnésium ; etc...).Sa mesure nécessite la mise en place d'un Multi paramètres et la même méthode suivie pour la mesure des paramètre précédant sera appliquer .les résultats obtenus s'expriment en (g/kg d'eau).

2.1.2.4 Détermination de Turbidité (NTU)

➤ Principe

La turbidité est mesurée à l'aide d'un turbidimètre de cellule photo-électronique "Hach" dans un cadre de laboratoire en utilisant la méthode néphroscopique. Les résultats sont exprimés en unités de turbidité néphroscopique (NTU).

Tableau VII : Classes de turbidité usuelles (NTU néphélobimétrie turbidité unit).

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>50	Eau trouble

2.1.2.5 Résidus sec

➤ Mode opératoire

On a utilisé des boites pétries en verre stérile, et nous avons pesées ces boites vides.

Après on a pris une quantité d'eau à analyser (50ml)

On été posée dans une étuve à une température de 105 °C pendant 2 heures

Après le séchage total des échantillons on a pesées une autre fois et on a calculé la déférence pour obtenir la valeur de résidu sec

Remarque : Cette opération est répéter trois fois pour chaque échantillon

2.1.2.6 Dosage des Nitrites(NO⁻²)

Etablissement de la courbe d'étalonnage

Dans une série de tubes à essai (15ml) numérotés introduire successivement les réactifs en agitant après chaque addition (**tableau:I.2**):

Numéro de tube	T1	1	2	3	4
Solution fille étalon (ml)	0	2	3	4	5
Eau distillée (ml)	10	8	7	6	5
Réactif de Zambelli (ml)	2	2	2	2	2

ATTENDRE 10 MINUTES, PUIS AJOUTER

Ammoniaque pur (ml)	2	2	2	2	2
---------------------	---	---	---	---	---

Effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 435 nm.

Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 50 ml, la courbe donne directement la teneur en NO_2^- , exprimée en mg/l d'eau. Cette valeur multipliée par 0.305 donne la teneur en azote nitreux exprimée par mg/l.

2.1.2.7 Dosage des nitrates(NO_3^-)

Dans une serie de capsules de 60 ml ,introduire successivement les réactifs comme défini dans le **tableau I.1**

N° des Bêchers	T	1	2	3	4
Solutions T 1 2 3 4 Solution fille étalon d'azote nitrique à 5	0	1	2	5	10
Eau distillée (ml)	10	9	8	5	0
Solution d'azoture de sodium (ml)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Acide acétique	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Attendre 5 minutes puis évaporer a sec au bain-marie ou dans une étuve portée a 75-80°C (ne pas surchauffer, ni chauffer trop longtemps). Ajouter 1ml de solution de salicylate de sodium, mélanger puis évaporer. Laisser refroidir. Reprendre le résidu par 1ml d'acide sulfurique concentre ayant soin de l'humecter complètement. Attendre 10min, ajouter 15ml d'eau déminéralisée puis 10ml de solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune. Effectuer les lectures au spectromètre a la longueur d'onde $\lambda = 415 \text{ nm}$.

Dosage des échantillons :

- Introduire 10ml d'eau a analyser dans une capsule de 60mL ou bécher;
- Alcaliniser faiblement avec la solution de NaOH;
- 0.5ml de la solution d'azoture de sodium;
- 0.2ml d'acide acétique;

- Ajouter 1ml de solution de salicylate de sodium;
- Evaporer a sec (étuve a 75-80°C ou au bain-marie), laisser refroidir;
- Reprendre le résidu par 1ml d'acide sulfurique concentré;
- Attendre 10min ajoute 15ml d'eau deioniseepuis15mlde la solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium;
- Effectuer la lecture au spectromètre a $\lambda = 415 \text{ nm}$. Pour avoir la teneur en azote nitrique exprimée en mg/l d'eau;
- Préparer de la même façon un témoin avec 10ml d'eau dé ionisée.

Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 10ml, la courbe donne directement la teneur en azote nitrique exprimée en milligrammes par litre d'eau. Pour obtenir la teneur en ions nitrates (NO_3^-), multiplier ce résultat par 4,43.

2.1.2.8 Détermination de la Dureté Totale (TH)

Mode opératoire:

Lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu et s'exprime par le TH ou la dureté. Nous avons procédé selon les étapes suivantes :

- Une quantité de 4 ml de la solution tampon (pH 10) est ajoutée a 100 ml d'eau aanalyser dans une fiole conique de 250 ml;
- Ajouter 3gouttes de solution de noir ériochrome T, La solution se colore en rouge foncé ou violet, En maintenant une agitation;
- Le mélange a été titre immédiatement avec la solution d'EDTA et le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement bleue.

Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 100 ml la dureté totale, exprimée en degrés français sera égale à V.

2.1.2.9 Dosage de chlorure(Cl^-)**Mode opératoire:**

- Introduire 100 mL d'eau à analyser (préalablement filtrée si nécessaire);
- Ajouter 2 à 3 gouttes d'acide nitrique pur puis une pincée de carbonate de chaux et 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10 %;
- Verser alors au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 à 3 minutes;
- Soit V le nombre de millilitres de nitrate d'argent 0,1 N utilisés.

Expression des résultats :

- Pour une prise d'essai de 100 ml;
- $V \times 10 \times 3,55$ donne la teneur en chlorures, exprimée en milligrammes de Cl^- par litre d'eau;
- $V \times 10 \times 5,85$ donne la teneur en chlorures exprimée en milligrammes de NaCl par litre d'eau.

2.1.2.10 Détermination de la demande biochimique en oxygène(DBO5)

- **Méthode instrumentale (OXITOP)**
- **Description de l'appareil : OXITOP**

L'OXITOP est un appareil qui permet de mesurer la DBO5 à une température constante de 20°C, c'est une enceinte thermostatique avec un système d'agitation. Cette appareil est sous forme des flacons bruns de Winkler qui se ferment avec des têtes qui contient des microprocesseurs qui ont pour rôle convertir la valeur digit en DBO.

Mode opératoire :

- Rincer le flacon avec l'échantillon ;
- Mesurer exactement la quantité de l'échantillon (bien homogénéiser) pour remplir le flacon;
- Mettre le barreau magnétique dans le flacon;
- Insérer le godet à soude dans le goulot de la bouteille;
- Mettre 2 comprimés de soude dans le godet à soude avec une pince; (Attention : les comprimés ne doivent jamais être en contact avec l'échantillon);
- Fermer hermétiquement le flacon avec l'OXITOP;

- Commencer la mesure : presser simultanément les touches M et S pendant 2 seconds.

L'afficheur indique 00;

- Garder le flacon avec l'OXITOP 5 jours à 20°C (dans un incubateur) en assurant une bonne agitation;

- L'OXITOP démarre automatiquement la mesure de consommation en oxygène;

- Pendant 5 jours, l'échantillon est agité en continu. L'OXITOP enregistre automatiquement une valeur toute les 24h; Pour connaître la valeur actuelle presser la touche M;

- Après 5 jours, lire les valeurs mémorisées : presser sur la touche S;

- Convertir les valeurs affichées (digit) en valeur DBO suivant la relation et selon la table de dilution:

digits x facteur = DBO5 en mg/l.

Tableau I.3 : la table de dilution :

BBO5 en mg/l	Volume de l'échantillon en ml	Facteur
0-40	432	1
0-80	365	2
0-200	250	5
0-400	164	10
0-800	97	20
0-2000	43.5	50
0-8000	22.7	100

2.1.2.12 Détermination de la demande chimique en oxygène(DCO)

La demande chimique on oxygène quantifie l'oxygène nécessaire à l'oxydation de la majeure partie des composés et sels minéraux oxydables. Informent sur le degré et la nature des pollutions et les risques d'asphyxie du milieu.

- Méthode instrumentale (DCO mètre).

Mode opératoire :

- Introduire 2 ml d'échantillon dans un tube de DCO avec réactifs de digestion et sulfate de mercure achetés commercialement dont la gamme de concentrations se situe entre 20 et 1500 mg/l O₂
- Placer les tubes dans le DCO mètre à 148 °C pendant 120min;
- Laisser refroidir;
- Passer à la lecture au spectrophotomètre à 600 nm.

2.2 Les Paramètres bactériologiques

Les bactéries sont partout dans la nature; ils peuvent se trouvent dans tous les types d'environnements, y compris l'air, l'eau, le sol et d'autres êtres vivants.

Ce n'est que lorsqu'un échantillon est correctement préparé, placé dans un récipient stérile, opéré selon une procédure précise qui évite une contamination accidentelle, transporté au laboratoire de manière opportune ou après une courte période de stockage dans des conditions acceptables qu'un examen bactérien peut être valablement interprété.

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de université de Bordj Bou Arreridj, consistent à rechercher et dénombrer :

- Les Coliformes totaux
- Les coliformes fécaux
- Les coliformes mésophiles

Sont sous-classe de coliformes totaux capables de fermenter le lactose à 44 °C. *E. coli* est l'espèce qui est le plus souvent liée à ce groupe (**Roux ,2003**).

2.2.1 Recherche et dénombrement *des coliformes et d'Escherichia coli***✓ Milieux de culture**

- Bouillon lactose au pourpre de bromocresol (BCPL) à double concentration (D/C) ;

- Bouillon lactose au pourpre de bromocresol (BCPL) à simple concentration (S/C) ;

Milieu de confirmation : bouillon de Schubert ;

- Réactif de Kovacs pour la recherche d'indole.

✓ **Mode opératoire**

1ère étape: Test présomptif de la présence ou l'absence des coliformes : On ensemence

- 3 tubes de 10 ml de BCPL à double concentration munis d'une cloche de Durham avec 10 ml d'eau à analyser ;
- 3 tubes de 10 ml de BCPL à simple concentration munis d'une cloche de Durham avec 1 ml d'eau à analyser ;
- 3 tubes de 10 ml de BCPL à simple concentration munis d'une cloche de Durham avec 0,1 ml d'eau à analyser ;

On agite pour homogénéiser tout en vidant l'air dans la cloche puis placer les tubes dans une étuve à 37 °C pendant 48 heures ; Après incubation, les tubes considérés comme positifs présentent un trouble dans toute la masse liquide, avec virage du violet au jaune et un dégagement de gaz dans la cloche.

✓ **Expression des résultats des Coliformes totaux**

Le nombre des coliformes totaux par 100 ml est obtenu, en comptant le nombre des tubes positifs, en se référant à la table de Mac Credy, qui nous donne le nombre le plus probable (NPP).

2ème étape: Test confirmatif de la présence ou l'absence d'*E. Coli*

- On repique chaque tube de BPCL positif de 2 à 3 gouttes par une pipette pasteur dans un tube de bouillon Schubert muni d'une cloche de Durham ; - On incube à 44 °C pendant 24 heures ;
- On considère comme positifs tous les tubes présentant à la fois ;
- Un trouble avec un dégagement gazeux ;
- Anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *E. Coli* Après adjonction de 2 à 3 gouttes de réactif de Kovacs.

Expression des résultats des Coliformes fécaux

Le dénombrement d'*E. Coli* s'effectue de la même façon que celui des coliformes totaux sur la table de Mac Credy.

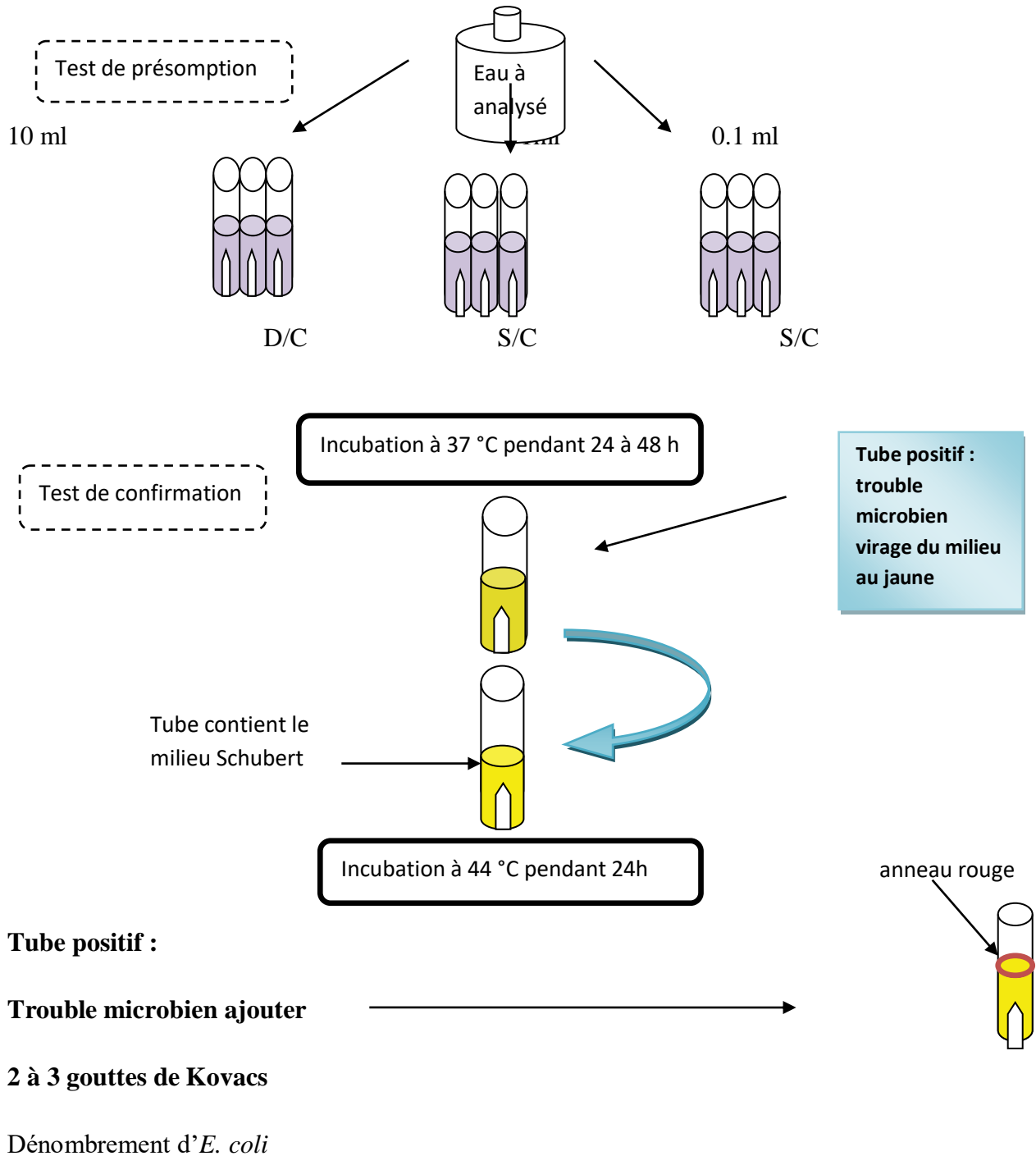


Figure 07 : Recherche des coliformes totaux et coliformes fécaux. (Lebres et Moufok, 2002).

2.2.2 Recherche des bactéries Flore Total Aérobie Mésophile (FTAM) à 22°C et 37°C

Correspond à un grand nombre de bactéries qui se développent dans le temps ambiant . La fleur mésophile aérobique (également connue sous le nom de micro-organismes) est un indicateur technique qui tente de saisir la charge microbiologique complète d' un aliment (auparavant, ce paramètre était appelé "flore totale"). n'est pas un groupe taxonomique spécifique , mais plutôt l' ensemble du groupe de bactéries, levures et moisissures qui peuvent se développer en milieu aérobie (avec présence d'oxygène) sur les milieux de culture spécifiés par la norme d'analyse . comprend également les composants floraux artificiels ou naturels présents dans les aliments (ferments).

✓ Mode opératoire

Le dénombrement s'effectue dans La gélose glucosée à l'extrait de levure appelée par les Anglo-Saxons "Plate Count Agar" ou PCA (composition en Annexe).

C'est un milieu de dénombrement des bactéries aérobies revivifiées à 22 et à 37°C.

- À partir des dilutions décimales (10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3}) :
- à l'aide d'une pipette on prélève 1 ml (dite inoculum) de la suspension mère et on l'ensemence dans des boîtes de Pétri stériles.
- Le milieu de culture PCA est rajouté par la suite ;
- Après homogénéisation, une série de boîtes de Pétri est incubée à 22°C pendant 72h et l'autre série à 37°C pendant 48h.

On identifie immédiatement chaque boîte avec une étiquette ou une référence qui porte le nom de l'échantillon, la dilution décimale, le milieu utilisé, la date et l'heure du prélèvement.

Lecture

Les colonies se présentant sous forme lenticulaire en masse.

Exprimer les résultats

Comptage des nombres de colonies à l'aide d'un compteur de colonie pour les boîtes

contiennent entre 10 et 300 colonies expression les résultats selon la formule suivante :

$$N = \frac{\sum \text{des colonies}}{V (n1+0.1 n2).d}$$

V : Volume de dilution utilisé (0.1 ml sur la surface, 1ml dans la masse).

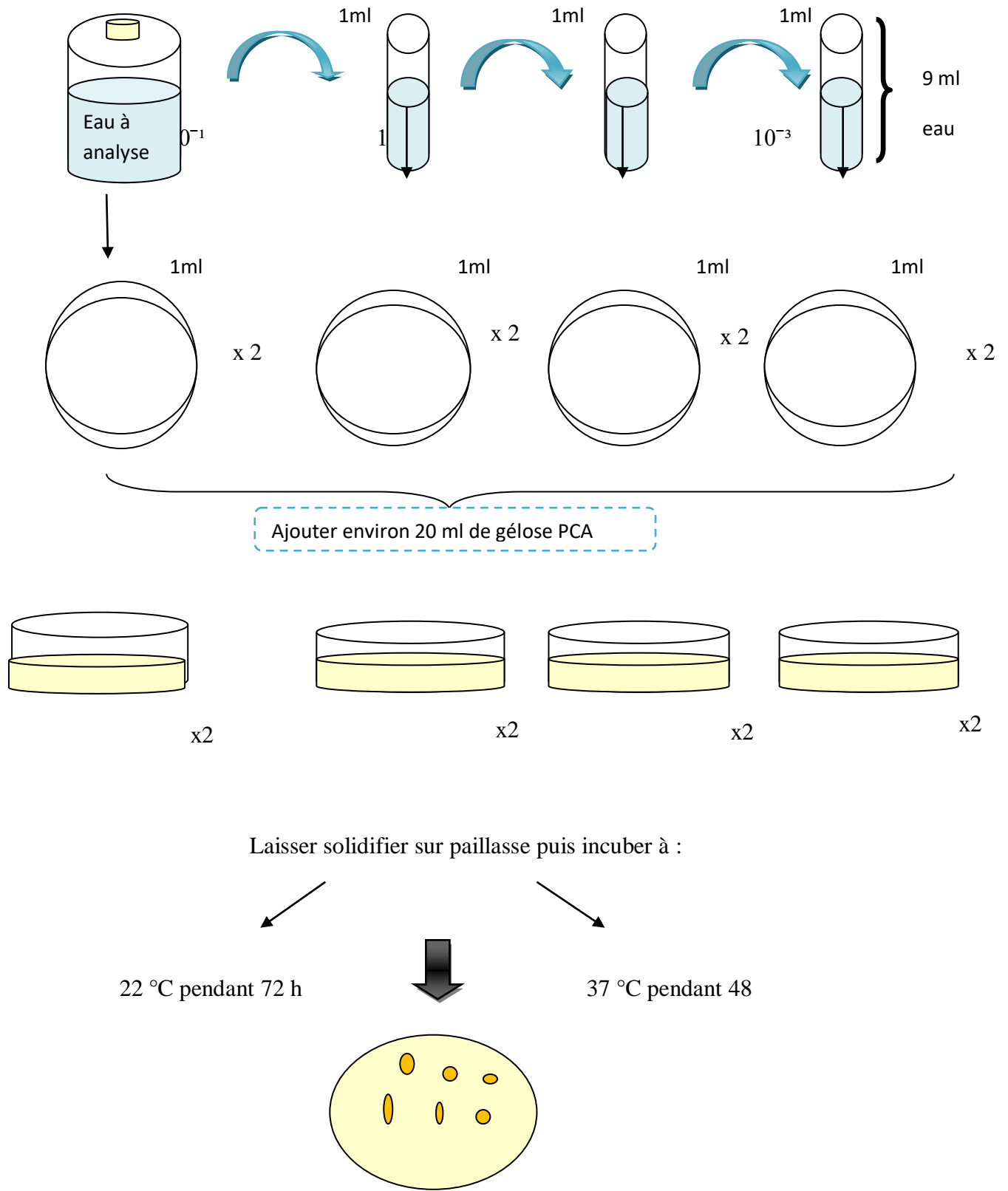
n1 : Nombre des boîtes dans la première dilution

n2 : Nombre des boîtes dans la deuxième dilution

d : Dilution a partir de laquelle les présences de dénombrement sont obtenue. 2



Figure 08 : Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale



Dénombrer les colonies lenticulaires ayant pousse en masse dans chacune des boîtes

Figure09 : Recherche des bactéries Flore Mésophiles Aérobie Totale (FTAM).

Chapitre IV :
Résultats et discussion.

1. analyse physico-chimique

1.1 Température de l'eau

La figure 09 (ci-dessous) présente les résultats obtenus

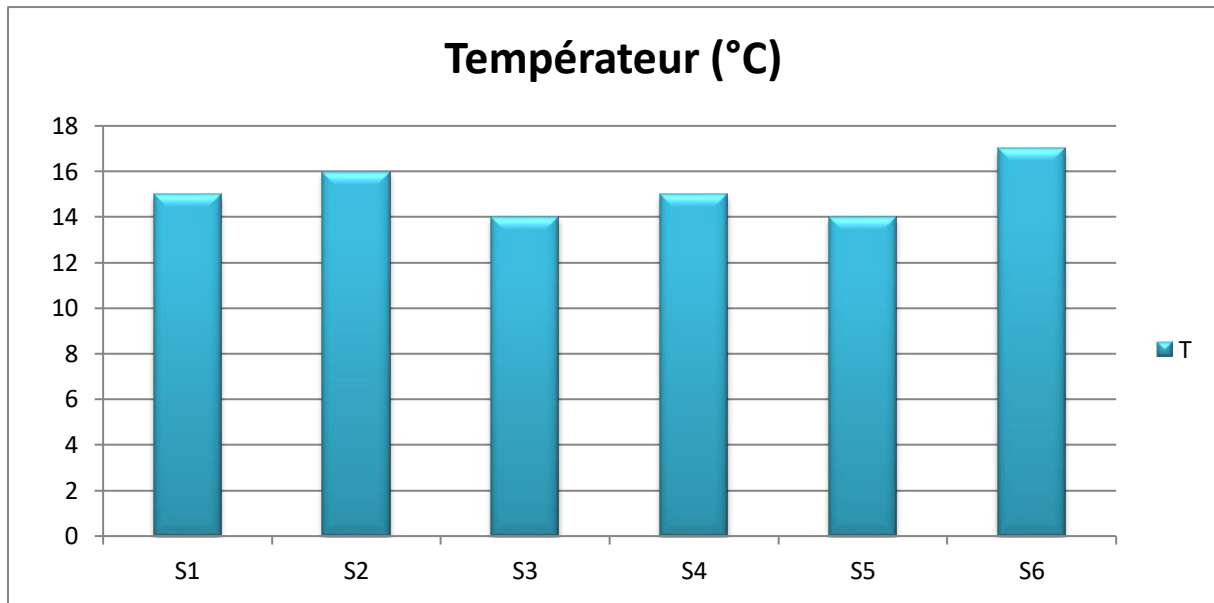


Figure 09: Variation spatiale de la température des eaux d'Oued Ksob.

Les valeurs de la température (Figure09), montre que la température de l'eau d'Oued de Bordj Bou Arreridj varie d'une station à une autre, avec une température maximal de 17°C(station 6) et une température minimal 14°C(station 3et 5) .Toutefois ces valeurs restent conformes à la norme(25 °C).

Selon la grille de qualité des eaux de surface, les températures mesurées dans les eaux de l'Oued de BBA. Valeur répondant aux normes Algérienne estimés de 25°C

D'après(**Bachari ,2009**), la température varie avec les conditions climatiques, en particulier avec la température de l'air et la période de prélèvement.

Par rapport aux études menées sur Oued Boussaâda et Oued Amsal (ZiamaMansouriah), ils ont trouvé que la température minimale de 12°C et la température

maximale de 24°C et une minimale de 18,1°C et une valeur maximale de 18,5°C respectivement, donc selon (Sassoui A et Asloum A.2017) et (Alia A et Mekiderch M,2018).

1.2 Le potentiel hydrique (pH)

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 10 (ci-dessous)

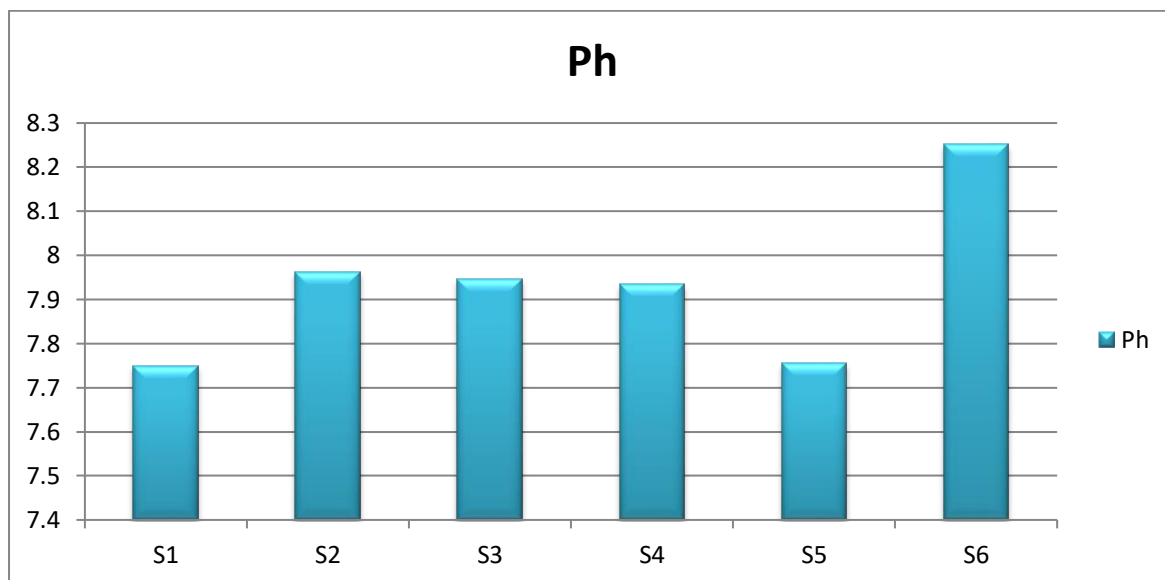


Figure 10: Variation spatiale du pH des eaux d'Oued Ksob.

D'après la (figure 10), les valeurs de pH des eaux d'Oued Ksob est généralement alcalin dans toutes les stations étudiées et on n'a pas remarqué de grande variation entre les différentes stations de prélèvements. Tandis que les valeurs de pH enregistrées variaient entre 7,75 minimal (station 1 et 5) et 8,25 maximal (station 6) avec une moyenne de 7,93. Le pH des différentes stations dépend en grande partie de l'effet tampon des terrains traversés et dépend également de la nature des rejets qui y sont déversés (urbains, industrielles et agricole) (Medjani, 2016). Ces valeurs sont confirmées aux normes algériennes (6,5_ 8,5).

D'après la grille de qualité des eaux de surface la qualité d'Oued de BBA est excellente.

On a fait une comparaison avec l'Oued de Boussaâda concernant le pH, Il varie de 8 à 8.9, on remarque que les eaux d'Oued Boussaâda, ont une qualité moyenne de pH pour toutes les stations (Sassoui A et Asloum A.2017). et Oued Amsal (Ziama Mansouriah), les valeurs

du pH oscillent entre une valeur maximale 7,66 et une valeur minimale 7,87, ils ont trouvé que la qualité de ces eaux est excellente (Alia A et Mekiderch M, 2018).

1.3 Conductivité Electrique (CE)

La figure 11 (ci-dessous) présente les résultats obtenus

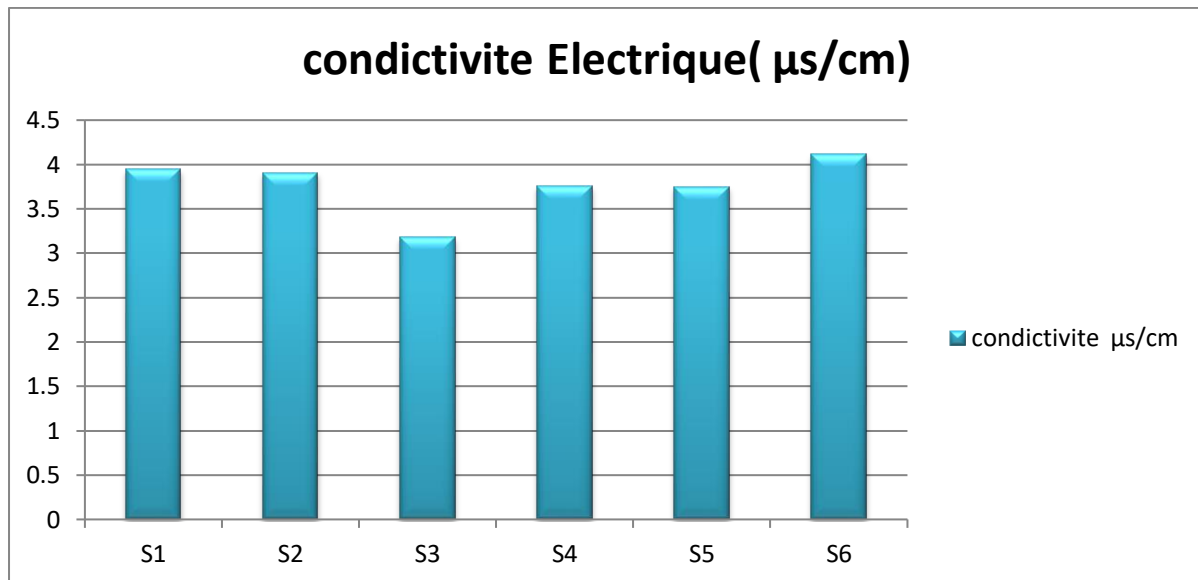


Figure 11 : Variation spatiale de la conductivité électrique des eaux d'Oued Ksob.

La conductivité enregistrée dans cette étude montre des variations importantes dans les eaux des stations analysées. Elle est comprise entre 4,12 mS/cm station 6 (valeur maximale) et 3,18 mS/cm station 3 (valeur minimale), avec une moyenne de 3,77 mS/cm.

Ces valeurs indiquent un niveau de minéralisation élevé puisqu'elles sont toutes généralement supérieures à 1000 µs/cm. (Rodier, 2005).

L'augmentation significative des valeurs CE dans la zone d'étude peut être due au rejet d'eaux usées domestiques et industrielles, (ferahitia, 2021) qui transportent une grande quantité de minéraux conducteurs dissous dans les plans d'eau. (Khalik et al., 2013).

Ces résultats montrent que la qualité des eaux étudiée est très mauvaise dont la réglementation algérienne fixe la valeur 2800 µS/cm comme valeur maximale

Pour Oued Amsal (Ziama Mansouriah), leurs valeurs oscillent entre de 3,955 mS/cm, et 6,130 mS/cm. Ces résultats indiquent une excellente qualité et une faible minéralisation pour l'eau de l'amont ainsi qu'une très mauvaise qualité et une forte minéralisation pour l'eau de

l'aval (**Alia A et Mekiderch M,2018**).On peut dire que ce sont des valeurs peu similaires que nous avons enregistrées

1.4 Salinité

La salinité et la conductivité sont étroitement liées, et leur valeur dépend au plusieurs facteurs tels que la température, la concentration et les types d'ions présents (Djamai, 2020).Figure 12 (ci-dessous) présente les résultats obtenus :

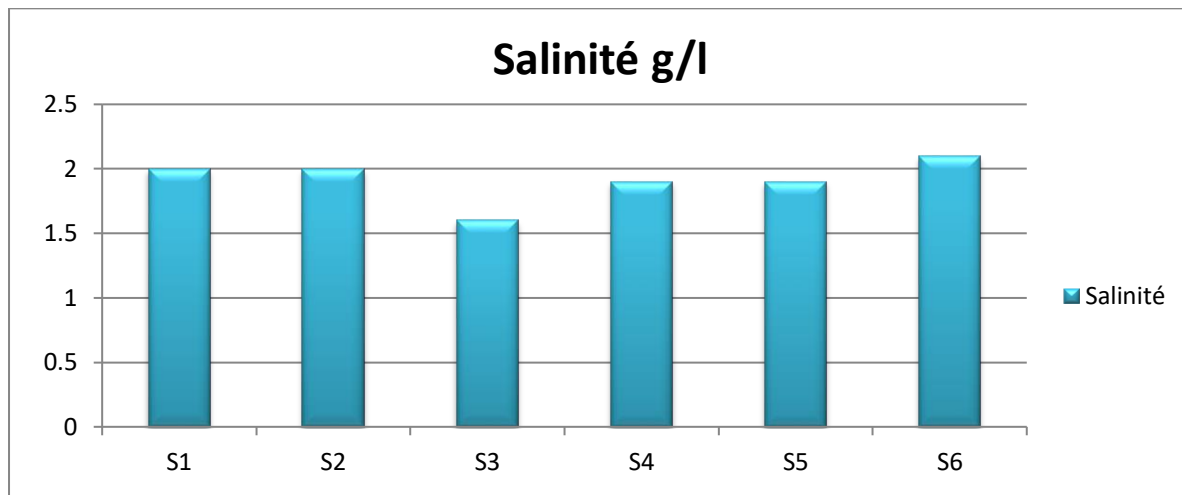


Figure 12 : Variation spatiale de la salinité des eaux d'Oued Ksob

Les résultats obtenus indiquent que le niveau de salinité située entre 1,6 g/l au niveau de la (station 3) et 2,1 g/l au niveau de la (station 6) avec une moyenne de 4,02 g/l.

L'élévation de la salinité dans les eaux de la zone d'étude peut être attribuée vraisemblablement aux conditions climatiques, hydrologiques et hydrogéologiques, ainsi qu'aux rejets domestiques et industriels (**El Morhit, 2009 ; Farid et al.,2012**).

On a fait une comparaison avec l'Oued de Boussaâda concernant la salinité, La valeur maximale est observée le mois de mai (1.59 g/l), tandis que la valeur minimale est 0.93 g/l. Les fortes valeurs de la salinité peuvent être dues probablement à l'évapotranspiration et aussi aux rejets des eaux usées (**Sassoui A et Asloum A.2017**).

1.5 La Turbidité

C'est un paramètre important dans le contrôle de la qualité des eaux (Rodier, 1984) ; OMS, 1986. Les résultats de la turbidité des eaux est présenté sur la figure13 ci-dessous

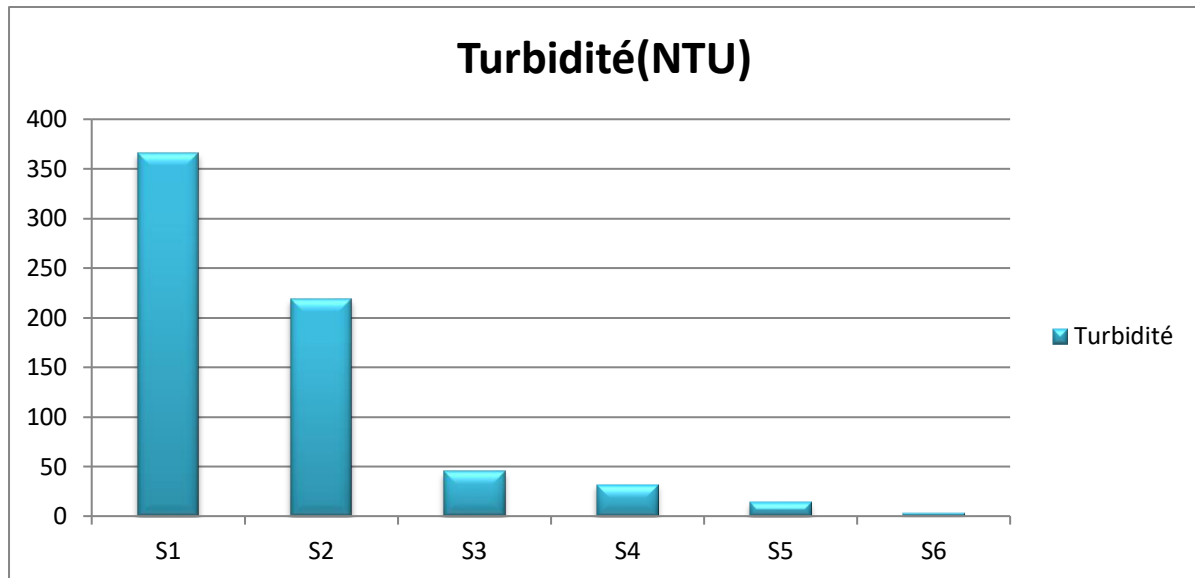


Figure 13 : Variation spatiale de la turbidité des eaux d'Oued Ksob.

Ce paramètre a été mesuré par un turbidimètre. Les résultats obtenus pour cette étude varient entre (366 NTU) pour la station 1 et 2,99 NTU pour la station 6 avec une moyenne de 113,14 NTU. L'augmentation de la turbidité au niveau de la station 1 et 2, peut être attribuée à la présence de rejets d'eaux usées et pour la station et aux déchets industriels déversés dans cette zone. Tandis que, plusieurs facteurs peuvent contribuer à l'augmentation des matières en suspension dans l'eau, notamment l'érosion naturelle, le ruissellement, la prolifération des algues, ainsi que la présence de particules telles que l'argile ou le limon, de matière organique finement divisée, de plancton ou d'autres organismes microscopiques (Rodier, 1984 ; OMS, 1986 ; Edokpayet *al*, 2015 ; Acharya *et al.*, 2018). Les résultats sont supérieurs aux normes Algériennes qui est 5 NTU, donc la qualité de l'eau dans la région d'étude est très mauvaise.

Pour l'Oued de Amsal (Ziama Mansouriah), Les résultats obtenus de la turbidité varient entre une valeur minimale de 51,8 NTU et une valeur maximale 52,5 NTU

Ces résultats restent confirmés à la valeur guide (NTU > 50), donc l'eau est considérée comme colorée (trouble) (Alia A et Mekiderch M, 2018).

1.5 Résidu Sec

La détermination du résidu sec dans l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension non volatiles obtenues après évaporation de l'eau. La variation spatiale des résidus secs des eaux d'oued étudié est illustré dans la figure 14 (ci-dessous)

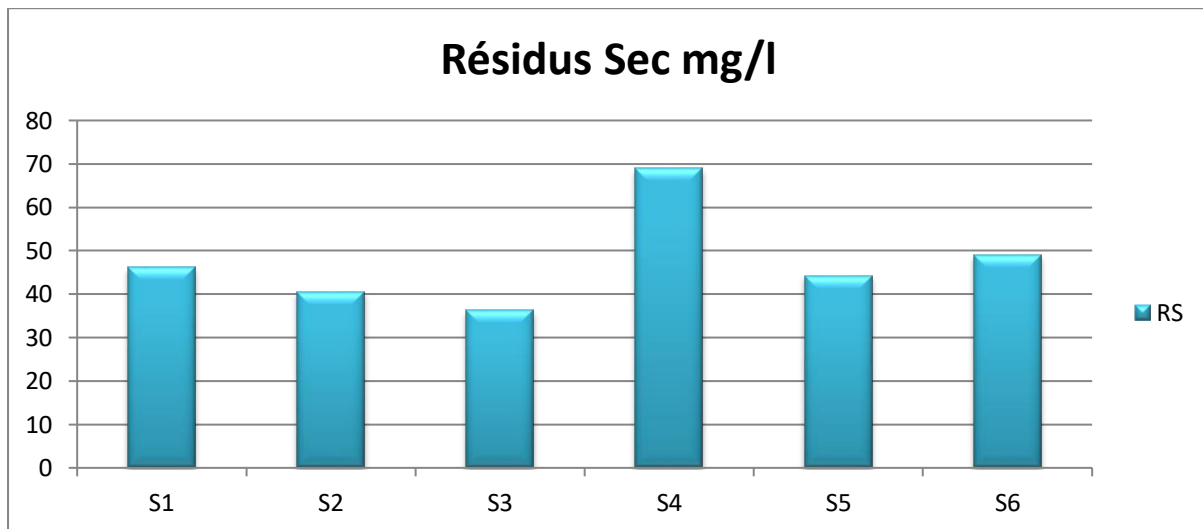


Figure 14 : Variation spatiale des résidus secs des eaux d'Oued Ksob.

Dans la région d'étude, les résultats obtenus montrent des valeurs moyennes de calcium variant entre 36.2 mg/l et 69 mg/l (figure 14), la teneur minimale est enregistrée au niveau de la station 03 et la valeur maximale au niveau de la station 04. On a observé que les résultats ne dépassaient pas la norme algérienne de 2000 mg/l, on peut dire que la qualité de l'eau est acceptable dans toutes nos stations d'étude.

Par conséquent, les résultats que nous avons enregistrés sont très faibles par rapport à ceux enregistrés à l'Oued Boussaâda et les teneurs enregistrés de résidu sec. Dont les fortes teneurs sont enregistrés le mois de mai avec 1826.78 mg/l, alors que les faibles concentrations sont enregistrées le mois de février soit 1068.78 mg/ (Sassoui A et Asloum A. 2017).

1.6 La dureté Totale (TH)

La dureté est une propriété naturelle liée au lessivage des terrains traversés, correspondant à la teneur en calcium et en magnésium (Rodier, 2009). Les valeurs élevées de TH dans un plan d'eau peuvent s'expliquer par l'ajout d'une teneur élevée en cation Ca^{+2} , Mg^{+2} et anions, HCO_3^- , SO_4^{-2} , Cl^- , NO_3^- dans les eaux usées rejetées dans le système d'eau (Sanyal et Paul., 2019). Les résultats obtenus sont présentés sur la figure 15 (ci-dessous).

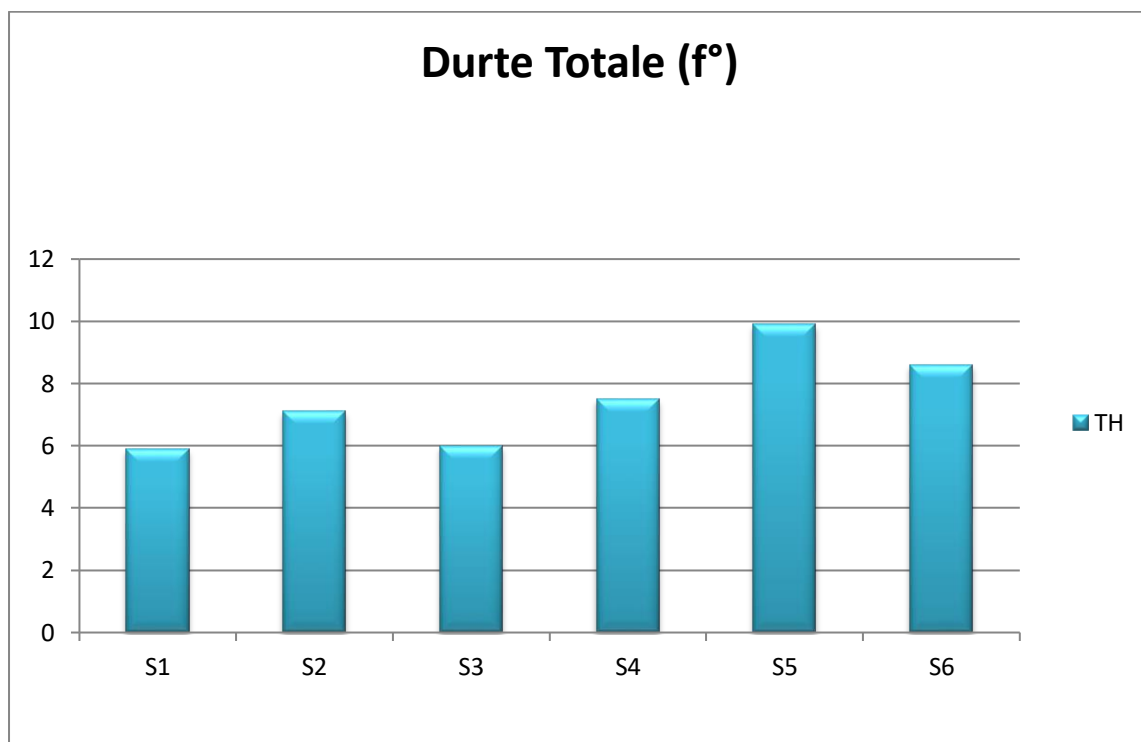


Figure 15 : Variation spatiale de la dureté de l'eau d'Oued Ksob.

La figure 15 (ci-dessus) montre que la dureté des eaux d'Oued Ksob varie entre 9.9 f° (station 5) et 5.9 f° (station 1) avec une moyenne de 7.5 f°. Ces valeurs enregistrées sont inférieures à la norme Algérienne de (50 f°), ces valeurs sont jugées acceptables.

Par rapport aux études menées sur Oued Boussaâda et Oued Amsal (Ziama Mansouriah), comprise entre 27,25 et 31,25 °F et (272,25 et 312,5 mg/l de CaCO_3). (Sassoui A et Asloum A, 2017) et (Alia A et Mekiderch M, 2018).

1.7 Chlorure

Le chlorure est l'un des anions inorganiques les plus significatifs présents dans l'eau, grâce à sa solubilité élevée. Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 16 ci-dessous).

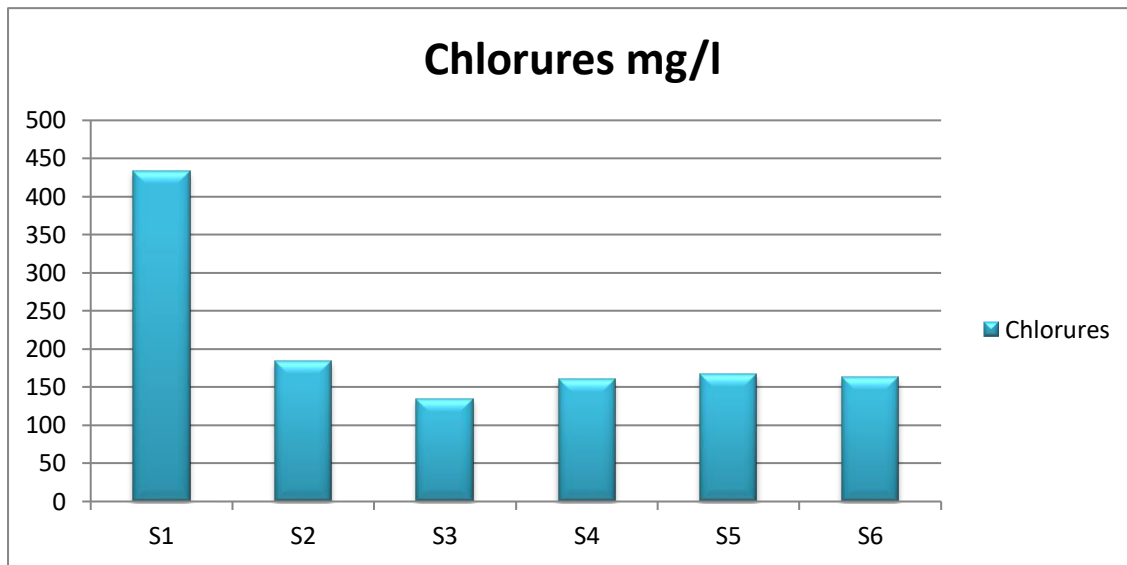


Figure 16 : Variation spatiale des chlorures des eaux d'Oued Ksob.

On observe que les teneurs en chlorure sont élevées presque dans toutes les stations, on a enregistré une valeur minimale de 134,9 mg/l (Station 3) et une autre maximale de 433,1 mg/l (station 1) à une moyenne de 207,08 mg/l. c'est-à-dire de qualité moyenne pour ce paramètre.

Les résultats obtenus sont conformes aux normes algériennes.

Les niveaux élevés détectés dans les échantillons d'eau analysés sont principalement attribuables aux apports de rejets d'eaux usées d'origine domestique (en particulier les urines) (Pradeep *et al.*, 2012).

Par rapport aux études menées sur Oued Boussaâda, un pic maximal enregistré au mois d'avril (273,35 mg/l), tandis qu'une faible teneur a été enregistrée le mois de mars (105,3 mg/l). D'après la grille multi usage Oued Boussaâda est généralement de qualité moyenne pour ce paramètre (Sassoui A et Asloum A. 2017).

Pour Oued Amsal (Ziama Mansouriah), les résultats montrent que la teneur en chlorures comprise entre 51,475 mg/l et 78,1 mg/l. Cependant, et selon la grille de qualité des eaux de surface les eaux de l'Oued ont une excellente qualité (Alia A et Mekiderch M, 2018).

1.8 Nitrate

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 17 (ci-dessous)

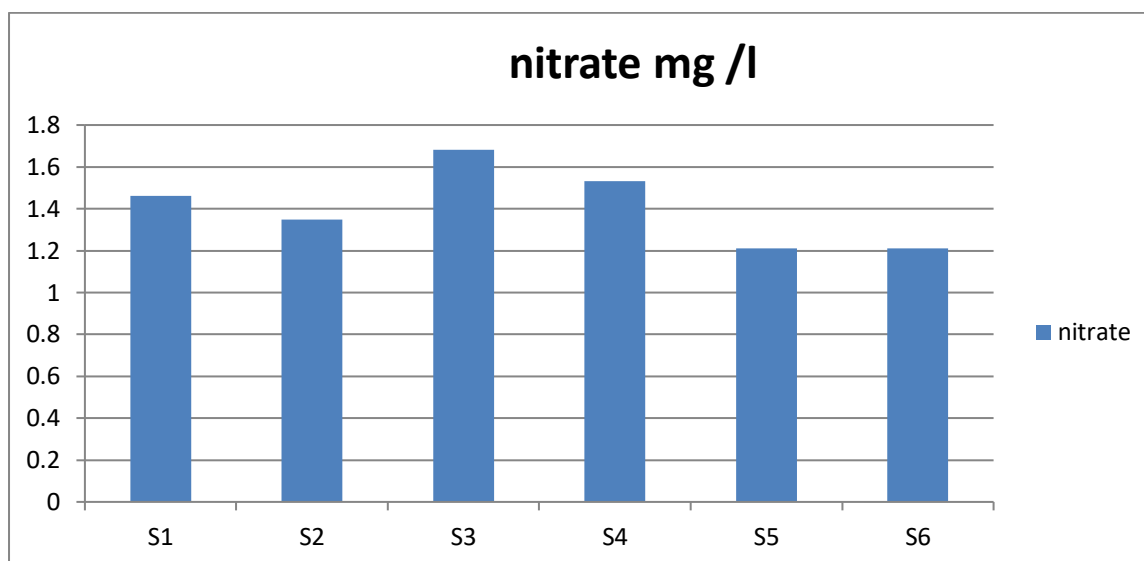


Figure 17 : Variation spatiale des nitrates des eaux d'Oued Ksob .

Les résultats des analyses effectuées dans le cadre de cette étude indiquent que les concentrations en nitrates varient entre 1.21 mg/l (station 6) et entre 1,68 mg/l (station 3) à une moyenne de 1,40 mg/l .Nos résultats indiquent que pour toutes les stations, les niveaux de nitrate sont bas et conformes aux normes de l'OMS (50 mg/l). Les valeurs indiquent que la qualité des eaux de oued de BBA est très bonne.

Ces faibles concentrations peuvent être expliquées par la conversion des nitrates en nitrites par des bactéries dénitrifiâtes et des bactéries sulfuro-réductrices anaérobies (Makhoukh *et al* , 2005) .

Par rapport aux études menées sur Oued Boussaâda, Les concentrations enregistrées étaient entre 3.2 mg/l, 0.6 mg/l. ces teneurs en nitrates des eaux d'Oued Boussaâda ont une qualité très bonne (Sassoui A et Asloum A.2017). Concernant Oued Amsal (ZiamaMansouriah), Les résultats montrent que les teneurs en nitrates enregistrées montrent une qualité très mauvaise pour la station 1 avec une valeur de 132, 92 mg/l ; une qualité moyenne pour la station 2 avec une valeur de 132,92mg/l et une qualité très mauvaise pour la station 3 avec une valeur de 174,79 mg/l. Ces valeurs dépassent les valeurs guides (Alia A et Mekiderch M,2018).

1.9 Nitrite

Le nitrite joue un rôle intermédiaire dans les réactions de dénitrification et de nitrification du cycle de l'azote. En raison de sa grande instabilité, il se transforme en ammoniac ou en nitrate en fonction des conditions de l'eau (**Ramteke,2013**).La variation spatiale des nitrites des eaux d'Oued Ksob est illustrée surla figure 18.

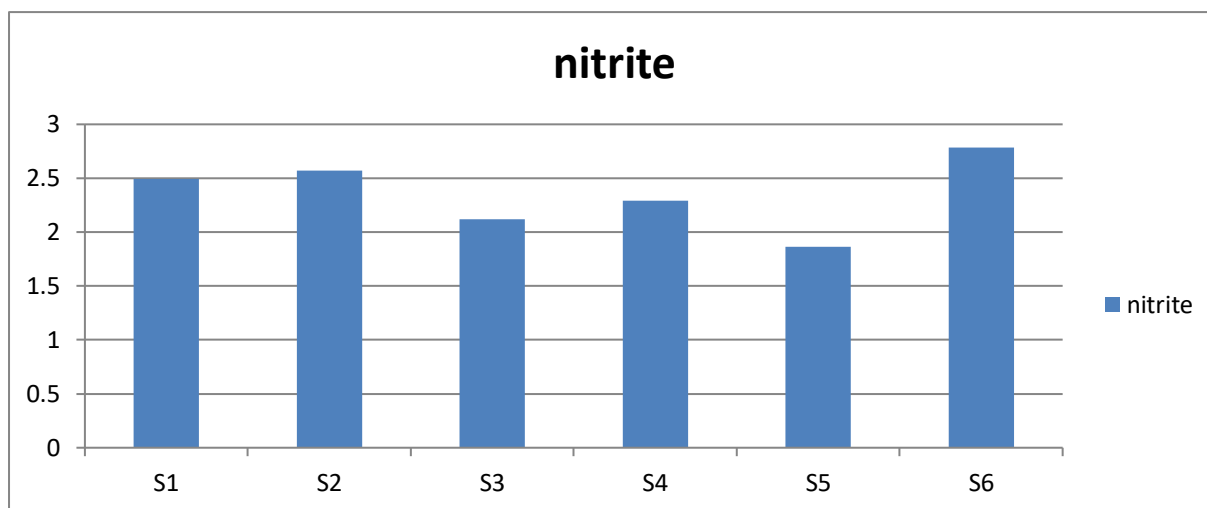


Figure 18 : Variation spatiale des nitrites des eaux d'Oued Ksob.

Les taux de nitrites enregistrés au niveau des stations étudiés sont compris entre 1,86 mg/l maximal (station 6) et 2 ,78 mg/l minimal (station 5) avec une moyenne de 2,35 mg/l.

Ces concentrations dépassent les normes de l'OMS (0,1 mg/l), cela peut s'expliquer par le rejet d'eaux usées et pourraient résulter aussi soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniumsoit d'une réduction des nitrates.

Cependant, une eau contenant des niveaux élevés de nitrite est considérée comme suspecte, car cette présence est souvent associée à une baisse de la qualité microbienne (**Bouziani, 2000 ; Savary, 2010**).

Par rapport Oued Amsal (ZiamaMansouriah),Les résultats montrent que les teneurs en nitrites, est très faible, une légère variation de l'amont vers l'aval avec une valeur de 0,01mg/l.

Les valeurs enregistrées sont conformes aux valeurs normes, (**Alia A et Mekiderch M,2018**).

Pour Oued Boussaâda, Les concentrations les plus élevées sont enregistrées dans la station 03, au mois de mai (3.2 mg/l), les faibles concentrations sont enregistrées dans la station 01, avec une valeur minimale (0.6 mg/l). Selon la grille multi – usage, les teneurs en

nitrates des eaux d'Oued Boussaâda ont une qualité très bonne (Sassoui A et Asloum A.2017).

1.10 Demande Biochimique en Oxygène

La DBO5 est utilisée pour déterminer le niveau de pollution organique de l'eau, La demande biochimique en oxygène (DBO) est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (les bactéries oxydent la matière organique biodégradable). Cela permet d'évaluer la fraction biodégradable de la charge polluante carbonée des eaux usées.

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 19 ci-dessous

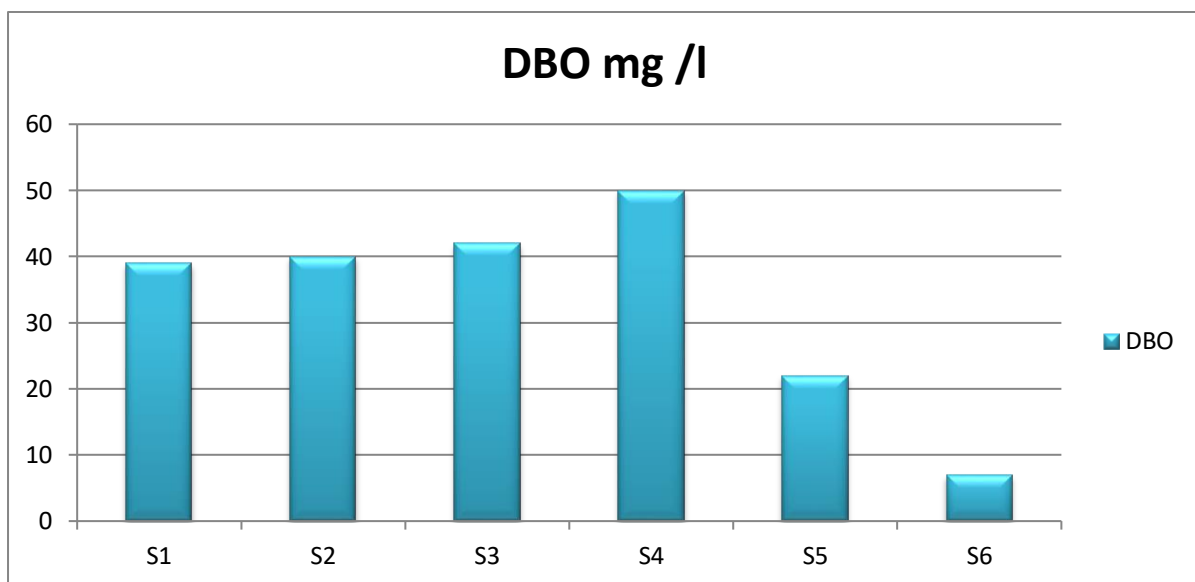


Figure 19 : Variation spatiale de DBO 5 des eaux d'Oued Ksob .

la figure 19 montre que les valeurs du DBO5 mesurées dans les eaux de notre zone d'étude varient entre 50 mg/l (station 4) et 7 mg/l (station 6) .La plus part des valeurs sont élevées et dépassent la valeur guide fixée par l'OMS (30mg/l). Cela peut s'expliquer par l'accumulation de la matières organiques directement rejetées par les eaux urbaines et industrielles (Ilavarasan *et al.*,2016), ainsi que le lessivage des engrais organiques utilisés par agriculteurs de la région(Bendjama 2014).

A Oued Amsal (Ziama Mansouriah), Les valeurs moyennes enregistrées varient entre 2,5 mgO₂/l et 5 mgO₂/l. D'après les teneurs de la DBO obtenues et la grille d'évaluation de la qualité des cours d'eau, on constate que les eaux sont de bonne à excellente qualité(Alia A et Mekiderch M,2018).

2.Paramètres Bactériologiques

Le suivi de la qualité bactériologique de l'Oued comprenait la recherche et le dénombrement des bactéries suivantes : coliformes totaux (CT), coliforme fécaux (CF) et la flore totale aérobie mésophile (FTAM). L'Organisation mondiale de la santé a choisi ces bactéries comme témoins de la contamination fécale.Ce choix a été fait en raison du dénombrement plus simple et plus rapide de ces bactéries (entre 24 et 48 heures). La lecture se fera à l'aide d'une table NPP indiquant la combinaison de résultats de tubes négatifs et positifs qui peuvent être rencontrés.

Pour l'ensembles des échantillons les résultats étaient conformes aux normes nationales avec des taux :58% ,52 % ,48 % pour CT , CF .

Tableau VIII : Les concentrations des CT, CF.

Station	CT	CF
S1	>1400/100 ml	-
S2	>1400/100 ml	+
S3	>1400/100 ml	+
S4	>1400/100 ml	-
S5	>1400/100 ml	-
S6	300/100 ml	+

2.1 Les coliformes totaux et les coli bacilles

Les coliformes totaux ne causent généralement pas de maladie, mais leur présence indique qu'il peut y avoir un problème avec l'approvisionnement en eau contaminé par des micro-organismes plus nocifs.

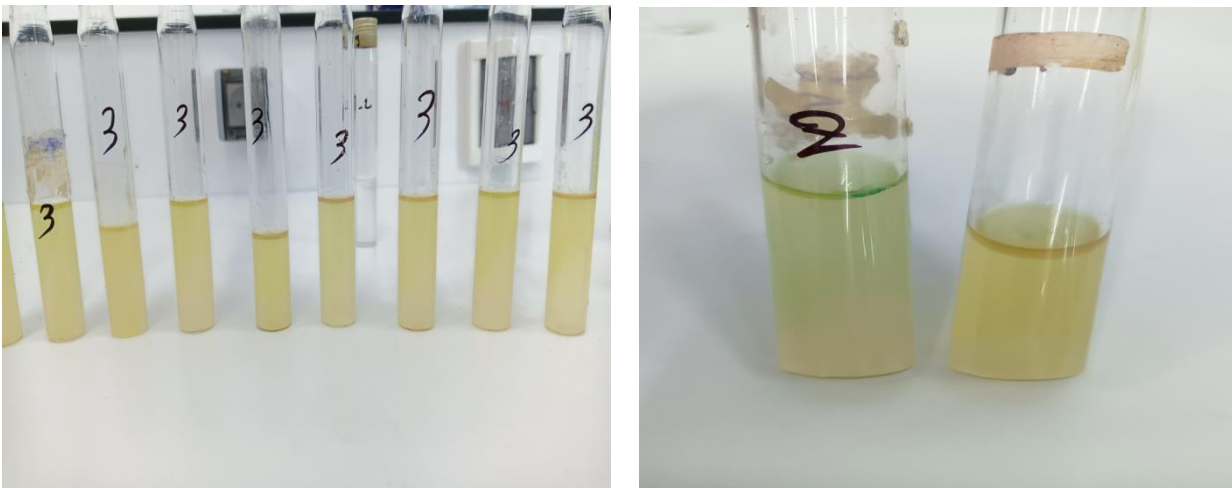
Les analyses effectuées montrent un résultat positif des coliformes totaux(tableau 08) , on a observé que le nombre des CT est très élevée dans les déférentes stations. En fait, la plupart des espèces de ce groupe sont naturellement présentes dans le sol ou la végétation.

La présence des coliformes thermo tolérants et les coli bacilles indique une présence d'une contamination fécale de l'eau (**Rejsek, 2003**). Cela peut être due aux eaux usées

déversées dans les eaux de cet Oued, aux rejets domestiques et industriels, et à l'infiltration des eaux de pluie.

2.2 *Escherichia coli*

La détection d'*E. coli* dans l'eau potable indique la présence d'une contamination fécale (Elmund *et al*, 1999), Cela devrait éveiller de sérieux soupçons quant à la présence d'autres micro-organismes pathogènes. *E. coli* est un indicateur spécifique de ce type de contamination et il est plus facile à identifier que d'autres indicateurs ou microorganismes pathogènes spécifiques (Santé Canada, 2012 ; WHO, 2011).



Figures 20 : Résultats des analyses microbiologiques

Les tubes sont considérés comme positifs dans les stations 2, 3 et 6. La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP.

2.2 Les bactéries Flore Totale Aérobie Mésophile (FTAM)

Ces germes représentent la flore microbienne globale capable de pousser en présence d'oxygène, à une température de 25-30°C sur un milieu riche. Ce sont principalement des bactéries mais certains champignons sont également capables de se développer sur ce milieu riche. En règle générale, plus l'eau contient de matière organique, plus il y aura de FTAM

Du point de vue écologique on considère une eau :

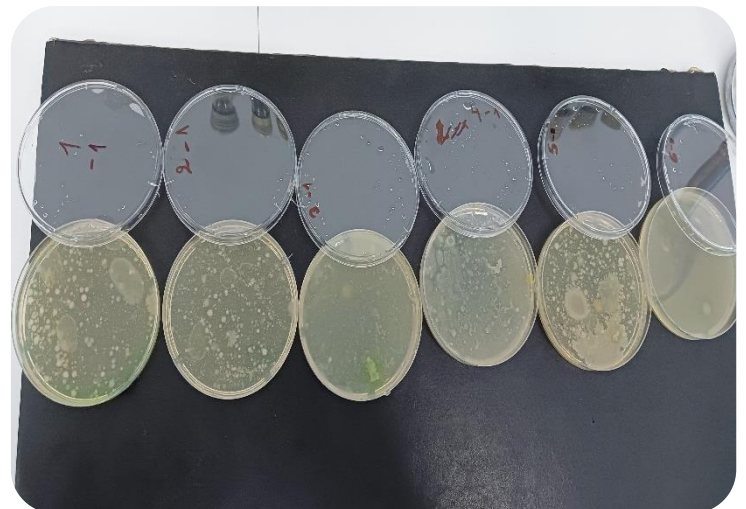
- Très pure, si elle contient moins de 100 UFC/mL

- Encore pure, si elle contient entre 100 et 1000 UFC/mL
- Impure, si elle contient plus de 1000 UFC/mL

Le terme UFC signifie Unité Formant Colonies

<https://scienscope.unige.ch/https://www.bioutils.ch/protocoles/13-analyse-de-leau>.

Les résultats illustrés dans les figures indiquent une colonisation par la Flore Mésophile Aérobie Totale.



Figures 21 : Résultats des analyses des Flore Mésophiles Aérobie Totale

Conclusion

Conclusion

Oued El Ksob est soumis à une pression anthropique très élevée, qui affecte principalement la qualité de l'eau de la rivière asséchée.

L'ensemble de cette étude, montre que la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de l'Oued est dégradée de l'amont vers l'aval. L'absence de toute, surveillance et le déversement direct des rejets urbains et industrielle dans ces eaux et l'utilisation des engrais en agricultures les longs du bassin versant qui rendent ces eaux très vulnérables en pollution.

Concernant les paramètres physico-chimiques étudiés, l'ensemble des résultats obtenus ont révélé que le pH de ces eaux est correct, et leur température est acceptable. Par contre : La conductivité électrique de l'eau est très élevée puisqu'elle indique une minéralisation excessive, tandis que la turbidité et la DBO₅ est très importante.

Les teneurs en nitrites sont élevés (au-dessus de la norme), cette augmentation renvoi au l'utilisation excessive des engrais dans l'agriculture, et connus pour être dangereux pour la santé. Ce taux est un indicateur de pollution, qui peut être directe ou indirecte.

Cependant, les niveaux observés des autres paramètres physicochimiques étudiés ne dépassaient pas les normes correspondantes de l'OMS pour la qualité des eaux de surface.

D'un point de vue microbiologique, les résultats de nos analyses effectuées sur les six points d'eau tout au long de nos prélèvements révèlent une présence d'une contamination bactérienne et une existence d'*E. Coli* qui indique une contamination fécale. Ces résultats dépassent les seuils recommandés par l'OMS. Ce qui signifie qu'elle n'est pas sécuritaire pour l'irrigation (agriculture). On conclut que cette eau a une mauvaise qualité bactériologique.

L'eau de l'oued, est exposé de la pollution qui peut être générée que ce soit par les rejets directs et les déchets industriels ou par les eaux usées domestiques.

De ce fait, la préservation d'oued el ksob devient impérative, vue l'ampleur de la dégradation de la qualité physicochimiques et biologiques de ses eaux. Il faut donc, arrêter le diversement directs des rejets urbains et éliminer les décharges à proximité de l'oued, éviter toutes les sources de pollution susceptibles de perturber l'environnement telle que l'agriculture (pesticides, engrais, produits d'élevage, détergents), les décharges industrielles (bassins de décantation chimique, déchets riches en métaux toxiques) et enfin les rejets liquides (eaux

résiduaire urbaine et industrielle). Et mettre en place un réseau de surveillance pour contrôler la qualité de l'eau chaque fois.

Il est toujours conseillé de surveiller la qualité des eaux utilisées par la population. Il y a toujours un risque que ces sources soient polluées par différentes sources de contamination. Par conséquent, il est essentiel d'effectuer régulièrement un suivi, qu'il soit qualitatif ou quantitatif, pour protéger les eaux de ces sources et éviter tout risque de propagation de maladies transmises par l'eau.

Recommandations

La préservation de l'eau dans un Oued est un enjeu essentiel pour la conservation de l'écosystème et la durabilité des ressources hydriques. Voici quelques recommandations pour préserver l'eau dans un Oued :

- ✓ Réalisation de stations d'épuration des eaux d'assainissements en amont du barrage afin d'éliminer la contamination des eaux de ce dernier.
- ✓ Sensibilisation et éducation : Informez les habitants locaux sur l'importance de la préservation de l'eau et des écosystèmes aquatiques. Organisez des programmes de sensibilisation dans les écoles, les communautés et les organisations locales pour promouvoir une utilisation responsable de l'eau.
- ✓ Gestion des déchets : Mettez en place des mesures de gestion des déchets efficaces pour éviter la pollution de l'Oued. Évitez de jeter des déchets, en particulier des produits chimiques, des plastiques et des substances toxiques, dans ou près de l'Oued.
- ✓ Pratiques agricoles durables : Encouragez l'adoption de pratiques agricoles durables pour réduire la consommation d'eau et la pollution. Utilisez des méthodes d'irrigation efficaces comme l'irrigation goutte à goutte, la collecte de l'eau de pluie et la rotation des cultures pour préserver les ressources en eau.
- ✓ Restauration de la végétation : Favorisez la plantation d'espèces végétales indigènes le long des rives de l'Oued. Les plantes riveraines aident à filtrer les eaux de ruissellement, à stabiliser les rives et à prévenir l'érosion du sol.
- ✓ Réglementation et surveillance : Établissez des réglementations appropriées pour contrôler l'utilisation de l'eau de l'Oued et assurez-vous de leur application. Mettez en place des systèmes de surveillance de la qualité de l'eau pour détecter toute pollution potentielle et prendre les mesures nécessaires.

Conclusion

Ces recommandations visent à promouvoir une gestion responsable de l'eau dans les Oueds, ce qui contribuera à préserver l'écosystème local et à assurer la disponibilité de cette ressource précieuse pour les générations futures.

*Références
bibliographiques*

[A]

Acharya S., Sharma S. K. et Khandegar V. (2018). Hydrogeochemical assessment of groundwater quality in vicinity of Dwarka, Delhi. *Journal of Pollution Research*, 37(1), p209-220.

Allen J., Choate J. et Mckim M. (1994) : Surveillance de qualité des eaux de surface. Guide à l'intention des citoyens. Des étudiants et des communautés du canada atlantique, 103p.

ANDI (2013). Agence nationale de développement de l'investissement, wilaya de Bordj Bou Arreridj, p17.

Assaad A. (2014). Pollution anthropique de cours d'eau : caractérisation spatio-temporelle et estimation des flux. Thèse de doctorat. Université de Lorraine, 225p.

Ayad W. (2016). Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-harrouch (wilaya de Skikda), mémoire de doctorat, université Badji Mokhtar, ANNABA, Algérie.

Ayad W. et Kahoul M. (2016). Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d'El-Harrouch (NE Algérie) [Assessment of physico-chemical and bacteriological quality of Well water in the region of El-Harrouch (NE-Algeria)]. *Journal of Materials and Environmental Science*, 7, 1288-1297.

[B]

Bachari H. F. (2009). Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. Thèse de Doctorat. Université de Valde Marne, Paris XII. 257p.

Bekkousa B., Mehdi M. et Khaldi A. (2011), Simulation du transport des nitrates dans les eaux de l'aquifère pilo-quaternaire de la plaine de ghriss (Nord-ouest Algérien), P 25-28.

Belghiti M. L., Chahlaoui A., Bengoumi D. et El moustaine R. (2013). Étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). *Larhyss Journal*. ISSN 1112-3680.n°14. Pp21-36.

Référence bibliographique

Belghiti M.L., Chahlaoui A., Elmoustaine R. et Bengoumi D. (2013) : Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de Meknès (Maroc). *Larhyss Journal* n°14. pp. 21- 36.

Benchabane. R, et Merzoug. N., (2015). Contribution à l'étude de la qualité bactériologique et phytoplanctonique de l'eau du marais de Boussehra el Bouni (Annaba). Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma-71 p.

Bendjama A. (2014). Variations de la qualité des eaux et son impact sur le sol, des zones humides de PNEK. Thèse de Doctorat. Univ. Badji. Mokhtar. Annaba, 213p.

Bouamrane N. D. (2008). Ecosystèmes aquatiques continentaux : contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux du Barrage de Cherurfa, Thèse de Magister. Université d'Oron, 118p.

Bouchaala L. (2010). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'Oued-Zéneti (Guelma). Mémoire de Magister. Université de 08 Mai 1945-Guelma-. 137 p.

Boucherit A. et Hakimi H. (2016). Contribution à l'étude de la qualité physico chimique et bactériologique de l'eau du Barrage Hammam Debegh-Guelma. Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma- 67 p.

Boudjelal. et Djoudi H. (2008)- pollution de l'oued bousselem par les eaux usées urbaines et industrielles et impacte de leur utilisation dans l'irrigation .Thèse ing. tatho des écosystèmes Universitaires Sétif : Pp 6-14.

Bouras Z. et Sekfali S. (2013). Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux superficielles « cas d'Oued Zéneti » (Nord - Est Algérien). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 de Guelma. 9-10-20p.

Bouzaini M. (2000), L'eau de la pénurie maladie. Ed. IBN-KHALDOUN. , Oran: 59-64, Bureau d'étude et de réalisation des ouvrages U.R.T.O. PADV de Hassi ben abdallah Phase1 : rapport d'orientation. P 14.

Bouziane M. (2000)-L'eau de la pénurie aux maladies. Ed Ibn Khaldoun, p 130 .

Brénaud C. (2006). Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural, Edition, Educagri, p214.

Référence bibliographique

Buttiaux R., Samaille J. et Pierens Y. (1956). L'identification des Escherichia coli des eaux, Test d'Eijkman et production d'indole à 44 °C, Ann. Inst. Pasteur Lille, 8, 137 p.

[C]

Catherine G. (2009). La qualité chimique de l'eau, 3^{ème} Éditions, Paris, 2009, p10.

CF. (2009). conservation des fortes dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj .

Chibani S. (2009). Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de surfaces et souterraines de la région de Ain Makhlouf (Wilaya de Guelma). Mémoire de Magister. Université de 08 Mai 1945-Guelma-, 104 p.

Chouteau C. (2004). Développement d'un biocapteur conductimétrique bi-enzymatique à cellules algales. Thèse de doctorat.L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 180p.

[D]

Dajoz R. (2006). Précis d'écologie. 8^è Edition. Ed. Dunod, Paris, 631p.

Debieche T. H. (2002). Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. « Application à la basse plaine de Seybouse. Nord-Est Algérien ». Thèse doctorat. Université de Franche-Comté. 235 p.

DEGREMENT (1984). TOME 1, Mémento technique de l'eau, 9^{ème} édition. Lavoisier, Paris.

Demdoum A. (2010). Etude Hydrogéochimique Et Impact de La Pollution Sur Les Eaux de La Région d'El Eulma, thèse de doctorat ,université Mantouri Constantine, Algérie.

Djamai S. (2020). Variations Spatiales des Macro-invertébrés benthiques dans le lac Tonga (El-Kala– Wilaya El-Tarf). Thèse de doctorat. Université Mohamed Boudiaf, M'sila . 145p.

[E]

Edokpayi J. N., Odiyo J. O. et Msagati T. (2015). Temporal variations in physico-chemical and microbiological characteristics of Mvudi River, South Africa. International journal of environmental research and public health, vol. 12, no 4, p. 4128-4140.

Référence bibliographique

El Morhit M. (2009). Hydrochimie, Eléments Traces Métalliques et incidences écotoxicologiques sur les différentes composantes d'un écosystème estuarien (Bas Loukkos). Thèse de Doctorat. Université Mohamed V-Agdal, 232 p.

Elmund G. K., Allen M. J. et Rice E. W. (1999). Comparison of Escherichia coli, total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency, Water Environ. Res, N°71, PP : 332-339.

Ezzat S. M., Mahdy H. M., Abo-State M. A., Abd-Elshakour E. H. et El-Bahnasawy M. A. (2012). Water quality assessment of River Nile at Rosetta branch Middle East. J Sci Res, 12, 413-23.

[F]

Farid I., Zouari K., et Kallali A., (2012). Origine de la salinité des eaux du bassin Chougafiya (Tunisie). Revue des sciences de l'eau/ *Journal of Water Science*, 25(3), 255-274.

Frahtia A. (2021). *Effets des activités humaines sur les ressources en eaux dans les régions semi-arides et arides d'Algérie*, Thèse de doctorat. Université Mohamed Boudiaf, M'sila . 136p.

[G]

Gideon Y. B., Fatoye F. B. et Omada J. I. (2013). Quality assessment of physicochemical characteristics of Okura River, Kogi State, Nigeria. *Int. J. Sci. Technol.* 2(12) : 891- 899.

Grosclaude G. (1999). usage et polluant. Ed Quae 127, 143, 148, 149p

[H]

Haddad H. et Ghoualem H. (2014). Caractérisation physico-chimique des eaux du bassin hydrographique COTIER ALGEROIS. *Larhyss journal*, 18, 155-167.

Himmi N., Fekhaoui M., Foutlane A., Bourchic H., El Mmaroufy M., Benazzout T. et Hasnaoui M. (2003). Relazione plankton-parametrifisicichimici in un bacino di maturazione (laguna di Beni Slimane – Morocco). *Rivista Di Idrobiologia*. Università degli studi di Perugia, Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia laboratorio Di Idrobiologia "G.B. Grassi", 110–111p.

Référence bibliographique

Helali F. et Moussaoui A. (2016). Contribution à l'inventaire des coléoptères inféodés au chêne vert (*Quercus ilex*L.) au niveau de la chênaie de Bordj Zemoura (Wilaya de Bordj Bou Arreridj), université BBA, 52p.

Harlye J. P., Klein D. A. et Prescott L. M. (2010). Microbiologie, 3ème édition : 1216p.

[I]

Ilavarasan N., Ilangovan R. & Prasanna P. R. (2016). Water quality assessment on Ooty Lake in Nilgiris district. *Journal of Environmental Biology*, 37(6), 1463.

Institut National de Santé Publique du Québec. (2010). Fiches Synthétiques sur l'Eau Potable et la Santé Humaine. Direction de la santé environnementale et de la toxicologie.

[K]

Kassas. (1935). The journal of Ecology .habitat and plant communities in the egyptiandesrt :II.the features of a desrte community .p248-258.

Khalik W. M. A. W. M., Abdullah M. P., Amerudin, N. A. et Padli N. (2013). Physicochemical analysis on water quality status of Bertam River in Cameron Highlands, Malaysia. *J. Mater. Environ. Sci*, 4(4), 488-495.

Kloppmann W., Bourhane A., et Asfirane F. (2011). Méthodologie de diagnostic de l'origine de la salinité des masses d'eau. Emploi des outils géochimiques, isotopiques et géophysiques, BRGM, 123p.

[L]

La commune de Bordj Bou Arreridj. (Mars 2010). Rapport direction de planification et de l'aménagement du territoire, Rapport Monographie de Wilaya (RMW), p 1-31.

La Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU). (2014). Bilan du schéma directeur de réhabilitation et reconstruction de la commune de Bordj Bou Arreridj-phase Un (étudiez le statu quo, diagnostics et suggestions de configuration), p 10 et 16.

Larbi A. (2001). La couverture sanitaire dans la Wilaya de Bordj Bou Arreridj, article ; 1- 4p.

Référence bibliographique

Lebres E. A. et Moufok F. (2002). Guide pratique d'analyses microbiologiques des denrées alimentaires. Service de Bactériologie Alimentaire. Institut Pasteur d'Algérie. DATA non publié, Microbiologie des eaux des boissons et des produits de la mer. Pp: 1-25.

[M]

Makhoukh M., Sbaa M., Berrahou A. et Van C. A. 2011 – Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielle de l'oued Moulaya (Maroc oriental). LarhyssJournal,ISSN 1122-3680, n°09, Pp169.

Mcneely J.A., 1988. Economics and biological diversity: developing and using economic incentives to conserve biological resources, UICN, Gland, Suisse.

Medjani, F. (2016).Variation des paramètres physicochimiques des eaux des sebkhas de la région Ouargla-Touggourt (sud-est algérien). Thèse de Doctorat .Univ. Badji Mokhtar. Annaba, 113p.

Mehanned S., Chahlaoui A., Zaid A., Chahboune M. et Dehbi A. (2014), Estimation de la charge de pollution bactériologique des eaux des deux affluents (Mikkés et Mellah) et son impact sur la qualité microbiologique des eaux du barrage Sidi Chahed (Maroc), PP 01-10.

Metahri M. S. (2012). Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville Tizi-Ouzou. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, 148 p.

Mihoubi N. (2008). Fonctionnement et gestion hydrogéologique et hydrologique des ressources en eau du bassin de Hammam Grouz. Thèse de magister, université Mentouri, Constantine, 244p.

[O]

O.M.S (2008). Appui à la mise en place d'un système de surveillance et de contrôle de qualité pour l'eau boisson dans les sites de déplacés et de camps de refugies l'Est du Tchad. Rapport de mission.14, 17 p.

[P]

Référence bibliographique

Pradeep V., Deepika C., Urvi G. et Hitesh S. (2012).Water quality analysis of an organically polluted lake by investigating different physical and chemical parameters. Int. J. Res. Chem. Environ, 2(1), 105-111. Publishers, CRC Press,USA. 482.

[Q]

Québec,2016 CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. Détermination de la demande biochimique en oxygène: méthode électrométrique, MA. 315 – DBO 1.1, Rév. 3, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 2014, 11 p.

Québec,2016 CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. Détermination de la demande chimique en oxygène : méthode de reflux en système fermé suivi d'un dosage par colorimétrie avec le bichromate de potassium, MA. 315 – DCO 1.1,Rév. 4, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 2016, 12 p.

[R]

Ramdane, F. (1984). Eléments d'écologie- écologie fondamentale. Edition Marc Graw-Hill, Paris, 397p.

Ramade, F. (1982). Ecologie des ressources naturelles. Edit. Masson, 322 p.

Ramade, F. (1994). Eléments d'écologie, Ecologie fondamentale, 3ème édition, Ed science Paris. 99 p.

Ramteke K. (2013). Assessment of seasonal variations of water qualityparameters of Savitrireservoir,Poladpur, Raigad district, Maharashtra. ASSESSMENT, 8(4), 1337-1342.

Reggam L., Bouchelegem. H. et Houhamdi 1. M. (2015). Qualité Physico-Chimique des Eaux de l'OuedSeybouse (Nord Est de l'Algérie): Caractérisation et Analyse en ComposantesPrincipales (Physico-chemical quality of the waters of the OuedSeybouse (Northeastern Algeria): Characterization and Principal Component Analysis). Université 8 Mai 1945 de Guelma, Algérie.

Rejsek F. (2002). Analyse des eaux, Aspects réglementaire et techniques. Edition CRDP d'aquitaine. Scéren, PP : 21- 295.

Référence bibliographique

Robert É. (2014). Turbidité et risques dans le bassin versant de la Doubégué (Burkina Faso). Bulletin de l'association de géographes français. Géographies, 91(3), 355-372.

Rodier J. (1996). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7^e édition, Dunod, Paris. 1357p.

Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Chambon P., Champsaur H. et Rodi L. (2005). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Edition. Dunod, Paris, p1384.

Rodier J., Legube B. et Merlet N. (2009). L'analyse de l'eau, 9^{ème} édition, Edition. Dunod, P1579.

Roux. (2003), TP de microbiologie : Analyses de l'eau. NOVELLO Célia. IUPSIAL, Université Paris 12p.

[S]

Sack R.B. (1975). Human diarrheal disease caused by enterotoxigenic Escherichia coli. Annual Review of Microbiology, vol29 :pp333- 354.

Sanyal S. et Paul D. K. (2019). Monthly variation and interrelationship of physicochemical characteristics of a perennial pond at a biological park in Patna, Bihar, India. Journal of Applied and Natural Science, 11(2), 492-502.

Savary P. (2010). Guide des analyses de la qualité de l'eau, bureau d'études spécialisé assistance à maîtrise d'ouvrage et expertises, paris, , p. 100-181. (ISBN :978-2-35295-945-8).

[T]

Tennah A. et Saidat A. (2019). Contribution à l'étude de la diversité des chiroptères (Mammalia, Chiroptera) de la région de Bordj Bou Arreridj. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi Bordj Bou Arreridj, p 4 et 6

Thomas G (1976). Habitat usage of wintering ducks at de Ouse Washes England, p. 27-148.

[W]

Référence bibliographique

Wanélus F. (2016). Caractérisation physico-chimique de l'eau destinée à la consommation humaine dans la Région Métropolitaine de Port-au-Prince, Haïti. Travail de Fin d'Etudes. 64p.

WHO (World Health Organization). (2011). Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition. Geneva. 564p.

[Z]

Zeghaba N. (2018). Etude et suivi de la qualité des eaux du barrage Hammam Debagh (Nord-Est Algérien). Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar. Annaba, 123p.

webographie

[1]

Sourc:<http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartegeographiqueBORDJB OUA-RREDJ.html>

[2]

<https://openai.com/product/chatgpt>

[3]

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffr.wikipedia.org%2Fwiki%2FWila ya de Bordj Bou Arreridj&psig=AOvVaw16RaDBdASNOrBPUjn-Odhl&ust=1682937527895000&source=images&cd=vfe&ved=0CA4QjRxqFwoTCOjdm9W10f4CFQAAAAAdAAAAABAF>

[4] <http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2015/01/reseau-hydrographique-BORDJBOUARRERIDJ.html>

[05] <https://fr.oceancampus.eu/cours/7Mc/la-pollution-de-leau> (Consulté le 10/05/2020).

[6] **WHO 2011.** Guidelines for drinking-water quality Third edition incorporating the first and second addenda, volume 1, Recommendations. Repéré à http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/.

Annexe

Annexe 01

1.2. Matériels d'échantillonnage

- Glacière et plaque de glace glacée.
- Etiquettes et feutre permanent
- flacons jetables en matière plastique 1,5L (pour les analyses physico-chimiques).
- 4 ou 5 m de corde fine
- pH-mètre + thermomètre

I. Préparation des solutions et modes opératoires pour les analyses physico-chimiques

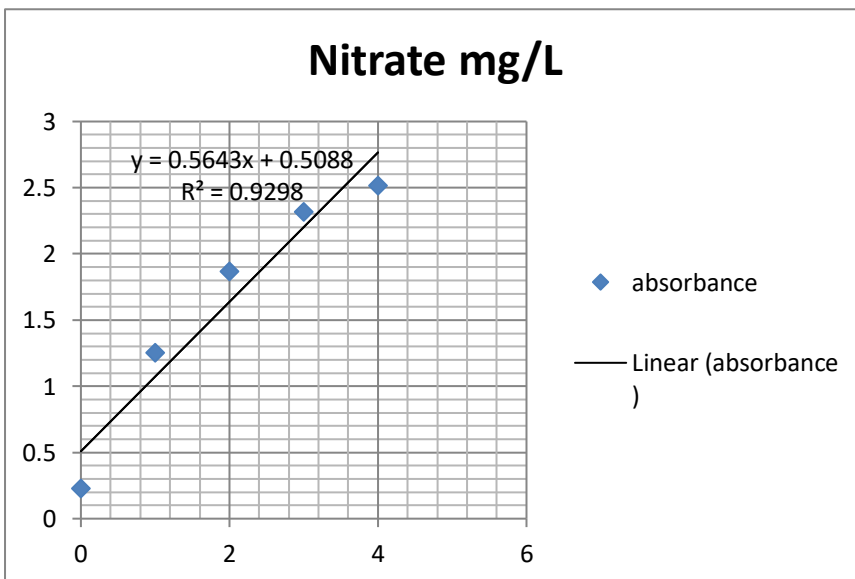
I.1. Dosage des chlorures



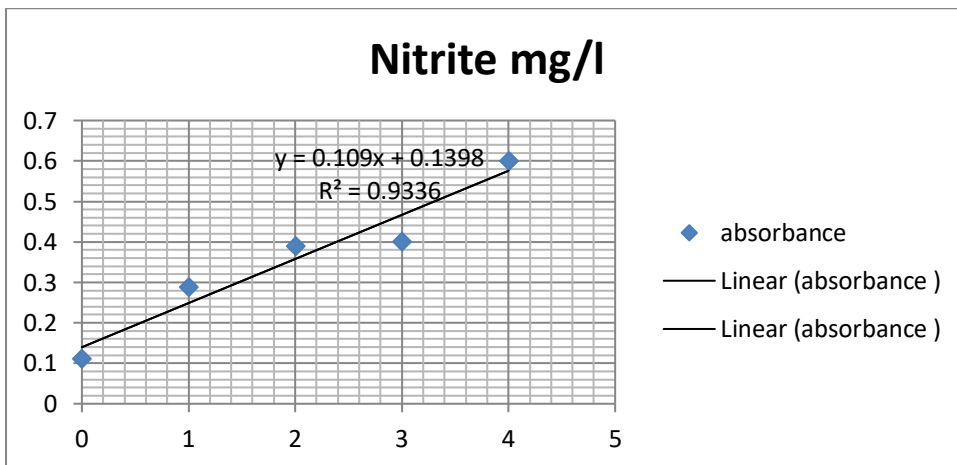
I.2 Dosage La Dureté Totale



I.3. Dosage des nitrates



I.3. Dosage des Nitrites



1.4. Détermination de la demande biochimique en oxygène



Figure 1: flacons bruns de Winkler

1.5 Détermination de la demande chimique en oxygène



. Tables de Mac Grady

Nombre de tubes positifs au niveau des 3 taux de dilution retenus	NPP	Nombre de tubes positifs au niveau des 3 taux de dilution retenus	NPP
000	< 0,3	230	2,9
001	0,3	300	2,3
010	0,3	301	4
020	0,6	302	6
100	0,4	310	4
101	0,7	311	7
110	0,7	322	12
111	1,1	320	9
120	1,1	321	15
121	1,5	322	21
200	0,9	323	29
201	1,4	330	20
210	1,5	331	50
211	2,0	332	110
220	2,1	333	>110
221	2,8		

Normes des paramètres physico-chimiques (Normes Algérienne et OMS)**Tableau 0 : Normes des paramètres physico-chimiques (Algérienne des eaux).**

Paramètre	Unité	Normes Algériens	Normes OMS
Température	°C	25	-
pH	/	6.5 _ 8.5	6.5 _9.2
Conductivité	µs/cm	2800	300
Turbidité	NTU	5	5
Dureté Totale(TH)	Mg/L	500	500
Salinité	%	-	-
Résidu Sec (110 °C)	Mg/L	2000	-
Chlorure	Mg/L	500	250
Nitrate	Mg/L	50	50
Nitrite	Mg/L	0.2	0.1
DBO	Mg/L	-	30