

République Algérienne Démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة الجيلالي بونعامة خميس مليانة

Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana

Faculté des Scientifiques et de la Technologie

Département des Sciences de la Matière



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'un diplôme de Master en Chimie

Spécialité : Chimie Pharmaceutique et Substances Naturelles

Thème :

***Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique
des eaux de l'Oued de Boutane région de Khemis-Miliana***

W.Ain Defla

Devant le jury composé de :

M BOUDECHICHE N. Président
M HAMIDI M. Encadreur
M MEKHANEG B. Co-Encadreur
M^{me} ALICHE Z. Examinatrice

Réalisé par :

M^{elle} HADEF Djihad
M^{elle} HASNI Malika

Année Universitaire 2016/2017

Remerciements

Nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage de mener à bien ce travail.

Nous tenons à remercier vivement notre Promoteur Monsieur M. HAMIDI et notre Co-promoteur Monsieur B.MEKHANEG d'avoir accepté de diriger ce travail et pour leurs précieux conseils et leurs encouragements durant le déroulement de ce travail.

Nos vifs remerciements s'adressent à tous les membres de jury qui nous avons fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nos vifs remerciements à tous les enseignants du département des sciences de la matière.

Nous remercions également le personnel de laboratoires de notre département en particulier Mr CHAOUCHI M.

En fin, nous remercions toute personne ayant contribué à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce Travail

*A mes chers parents, ma mère Kheira, et mon père Rabah
pour leur patience, leur amour, leur soutient*

A mon promoteur Dr HAMIDI

A ma sœur Asma pour ses encouragements

A mes chères grands-mères Fatma, Hadda

A mes chers grands-pères Saïd, Meselem

*Je remercie beaucoup mon oncle Mohamed son aide et ses
encouragements*

A mes tantes Kamla et Aicha

*A mon binôme Malika qui a partagé avec moi les bons et les
durs moments*

*A tout(e)s mes ami(e)s de la Spécialité Chimie
Pharmaceutique et Substances Naturelles*

A mes cousins Imad, Loula, Ishak, Saïd, Anis, Mohamed

A Toute la famille paternelle HadeF, et maternelle Miout

A ceux que j'aime et surtout qui m'aiment

HadeF Djihad
HadeF Djihad

Dédicace

Je dédie ce modeste Travail à :

A mon père Lakhder, et ma mère Aicha

A mon promoteur Hamidi Moussa

A mes chères sœurs Zoulikha, et Saida

A mes chères frères Mabrouk, Khair dine, Sid Ali, Mohamed

A la mémoire de mes chères grand-mères Aicha et

Om-Elkhair, et mon grand-père Mabrouk

et mon cher grand-père Elarbi

A toute ma famille paternelle Hasni, et ma famille maternelle

Zouatni

*A mes chers enseignants que ce soit du primaire, du moyen,
du Secondaire et de l'enseignement Supérieur*

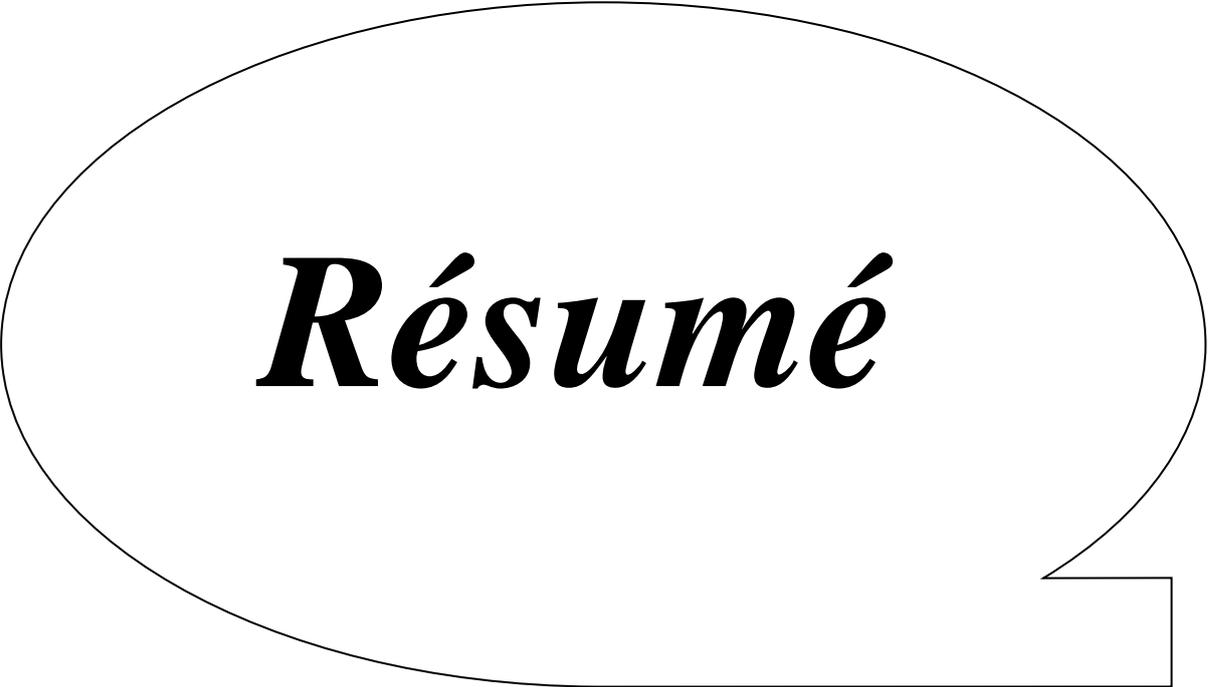
*A mon binôme Djihad qui a partagé avec moi, les bons et les
durs moments*

*A tout(e)s mes ami(e)s particulièrement mes collègues de
Spécialité Chimie Pharmaceutique et Substances Naturelles*

A l'Association Des Ami(e)s De Khemis-Miliana

*A toute personne qui a contribué à la réalisation de ce
manuscrit de près ou de loin*

Hasni Malika



Résumé

المخلص

ركزت هذه الدراسة على الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لمياه ماد بوطان، وقد تم اختيارا رابعة (04) محطات من جميع أنحاء الوادي. وشملت الدراسة تحليل المعايير الفيزيائية والكيميائية درجة الحرارة، درجة الحموضة، الكلوريد، الكالسيوم، المغنيزيوم، الناقلية الكهربائية، الملوحة، المواد العالقة، البقايا الجافة، التعكر، الأوكسجين الحيوي الممتص، وكذلك المعايير البكتريولوجية الجراثيم الكلية، الجراثيم الملوثة. وأظهرت النتائج أن جميع المعايير الفيزيائية والكيميائية هي: درجة الحرارة (9.8)، درجة الحموضة (8.15)، الكلوريد (497)، المغنيزيوم (28.46)، الكالسيوم (7.94)، الناقلية الكهربائية (1721)، الملوحة (0.7)، المواد العالقة (2.7)، البقايا الجافة (600) الامتثال للمعايير الجزائرية باستثناء الأوكسجين الحيوي الممتص (420) والتعكر (43.27) تتجاوز القيم المطلوب وفقا للمعايير. و اظهر التحليل البكتريولوجي أن المعلمات يقدر ب: الجراثيم الكلية (60) والجراثيم الملوثة (62)، مقبولة وفقا للمعايير التي أوصت بها المنظمة العالمية لصحة. وفي الأخير، مياه واد بوطان يمكن أن تصنف على أنها ذات نوعية جيدة بنسبة للمعايير البكتريولوجي و مقبولة بنسبة للمعايير الفيزيائية والكيميائية. الكلمات الافتتاحية: نوعية المياه، تحليل الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية، معايير

Résumé

Cette étude a porté sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d'oued Boutane, quatre (04) stations ont été choisie, tout au long de l'oued. L'étude a concerné l'analyse des paramètres physico-chimiques T°, pH, Cl⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Conductivité, Salinité, O₂ dissous, Titra alcalimétrique complet (TAC), Titre alcalimétrique (TA), Matière en suspension (MES), Titre hydrométrique (TH), Résidu sec (RS), Demande biochimique en oxygène (DBO), Turbidité, ainsi que des paramètres bactériologiques (Germe totaux, Coliformes totaux et fécaux, Streptocoques fécaux). Les résultats obtenus, ont montré que tous les paramètres physico-chimiques à savoir la température (9.8 C°), le potentiel hydrogéné (8.15), la conductivité électrique (1721 µs/cm), la salinité (0.7%), l'oxygène dissous (85.1%), le chlorure (497mg/l), le magnésium (28.46mg/l), le calcium (7.94mg/l), le titre alcalimétrique complet (182mg/l), le titre alcalimétrique (0mg/l), les matières en suspension (2.7mg/l), le résidu sec (600mg/l) et le titre hydrométrique (32.4mg/l) sont conformes aux normes Algériennes à l'exception de la demande biochimique en oxygène (420mg/l) et la turbidité (43.27NTU) qui dépassent les valeurs exigées par les normes. L'analyse bactériologique a montré que les paramètres estimés tels que les coliformes totaux (60 Germe/100ml), les coliformes fécaux (62 Germe/ml), les streptocoques fécaux (210 Germe/100ml), les germes totaux à 37C° (60 Germe/1ml), les germes totaux à 22C° (62Germes/1ml), sont acceptables selon les normes recommandées par l'organisation mondiale de la santé (OMS). En conclusion, l'eau d'oued Boutane peut être classée comme une bonne qualité sur le plan bactériologique et comme acceptable sur le plan physico-chimiques.

Mots clés : Eau, Qualité, Analyse physico-chimique, Bactériologique, Normes

Abstract

This study focused on the physicochemical and bacteriological quality of the waters of oued Boutane, four (04) stations were chosen, throughout the wadi. The study concerned the analysis of physico-chemical parameters T °, pH, Cl⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Conductivity, Salinity, Dissolved O₂, , Complete alkalimetric Titra (CAT), Alkalimetric titre (AT), Suspended Matter(SM), Hydrometric Title (HT), Dry Residue (DR), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Turbidity ,As well as bacteriological parameters (Total Germs, Total and Faecal Coliforms, Faecal Streptococci). The results obtained showed that all the physicochemical parameters, namely the temperature (9.8 C °), hydrogen potential (8.15), electrical conductivity (1721 µs / cm), salinity (0.7%)%, Dissolved oxygen (85.1%), chloride (497mg l), magnesium (28.46mg / l), calcium (7.94mg / l) , The complete alkalimetric titra (182mg / l), the alkalimetric title(0mg / l), Suspended matter (2.7mg / l), dry residue (600mg / l) and hydrometric titre (32.4mg / l) Are in conformity with the Algerian standards with the exception of biochemical oxygen demand (420mg / l) and turbidity (43.27NTU) Which exceed the values required by the standards. Bacteriological analysis showed that estimated parameters such as total coliforms (60 Germe / 100ml), faecal coliforms (62 Germe /100 ml), faecal streptococci (210 Germ / 100ml), total germs at 37C ° Germe / 1ml), the total germs at 22C ° (62Germes / 1ml), Are acceptable according to the standards recommended by the World Health Organization (WHO). In conclusion, the Ouout Boutane water can be classified as bacteriologically good quality and as acceptable physico-chemicaly.

Key words: Water, Quality, Physico-chemical analysis, Bacteriological Standards

Liste des Tableaux

Tableaux 1.1. Les principales différences entre les eaux de Surface et les eaux Souterraines	03
Tableaux 1.2. Classification des eaux selon la conductivité	06
Tableaux 1. 3. Classe de turbidités usuelles (NTU, néphélobimétrie turbidité unité) ...	06
Tableaux 1.4. Relation entre dureté de l'eau et concentration équivalente en CaCO ₃ .	08
Tableaux 1.5. Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie	11
Tableau 2.1. Réseau hydrographique	14
Tableau 2.2. Lieux et dates de prélèvement	16
Tableau 2.3. Types d'appareillages utilisés pour les différentes analyses	17
Tableau 2.4. Types de solution et produits utilisés pour les différents analyses	17
Tableau 2.5. Matériels et méthodes d'analyses bactériologiques	18
Tableaux 3.1. Variation des Paramètres physico-chimiques	30
Tableaux 3.2. Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques étudiés	39
Tableaux 3.4.1. Variation des Paramètres bactériologiques	40
Tableau 1. Nombre le plus probable (NPP)	Annexe 06
Tableau 2. Paramètres microbiologique pour eaux de surface (OMS)	Annexe 07
Tableau 3. Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les coliformes (Station 1)	Annexe 08
Tableau 4. Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les coliformes (Station 2)	Annexe 09
Tableau 5. Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les coliformes (Station 3)	Annexe 10
Tableau 6. Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les coliformes (Station 4)	Annexe 11
Tableau 7. Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les Streptocoques (Station 1)	Annexe 12
Tableau 8. Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les Streptocoques (Station 2)	Annexe 13
Tableau 9. Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les Streptocoques (Station 3)	Annexe 14
Tableau 10. Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les Streptocoques (Station 4)	Annexe 15

Listes des figures

Figure 2.1. Carte de la situation géographique de la plaine de Khemis Miliana.....	13
Figure 2.2. Réseau hydrographique de la plaine de Khemis Miliana.....	15
Figure 2.3 Test présomption de Coliformes Totaux.....	25
Figure 2.4. Le lecteur des Tubes.....	25
Figure 2.5. Test conformation des Coliformes Fécaux.....	26
Figure 2.6. Présence d'E-Coli.....	27
Figure 2.7. Test présomption des Streptocoques Fécaux.....	27
Figure 2.8. La lecture des tubes.....	28
Figure 2.9. Teste confirmatif des Streptocoque Fécaux.....	28
Figure 2.10. La lecture des tubes.....	29
Figure 3.1. Diagramme de températures des points d'eaux (pour les stations S1, S2, S3 et S4).....	32
Figure 3.2. Diagramme du pH des eaux étudiées.....	32
Figure 3.3. Diagramme de conductivité électrique des points d'eau étudiés.....	33
Figure 3.4. Diagramme de l'Oxygène dissous des points d'eau étudiés.....	33
Figure 3.5. Diagramme Calcium des points d'eau étudiés.....	34
Figure 3.6. Diagramme de chlorure des points d'eau étudiés.....	34
Figure 3.7. Diagramme de la turbidité des points d'eau étudiés.....	35
Figure 3.8. Diagramme de la matière en suspension des points d'eau étudiés	35
Figure 3.9. Diagramme de la demande biochimique des points d'eau étudiés.....	36
Figure 3.10. Diagramme de la Titre Hydrométrique des points d'eau étudiés.....	36
Figure 3.11. Diagramme de la salinité des points d'eau étudiés.....	37
Figure 3.12. Diagramme de Titre Alcalimétrique complet des points d'eau étudiés	37
Figure 3.13. Diagramme de Titre Alcalimétrique des points d'eau étudiés.....	38
Figure 3.14. Diagramme de Magnésium des points d'eau étudiés.....	38
Figure 3.15. Diagramme de résidu sec des points d'eau étudiés.....	39
Figure 3.16. Variation spatiale des paramètres physico-chimiques étudiés, comparés celles exigées par la norme algérienne	40
Figure 1. Multi-paramètre.....	Annexe 01
Figure 2. Turbidimètre.....	Annexe 02
Figure 3. Dosage de Chlorure.....	Annexe 02
Figure 4. Dosage Totale.....	Annexe 03
Figure 5. Etuve.....	Annexe 04
Figure 6. Montage de Matière en Suspension.....	Annexe 05

Liste des abréviations

BCPL : Bouillon lactose au propre de Bromocrésol

Bouillon Rothe : Bouillon à l'azide de sodium

BGN : Bacille germe négative

C° : Degré Celsius

CGP : Cocci germe positive

COD : Conductivité

cm² : Centimètre carré

cm : Centimètre

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène

DCO : Demande Chimique en Oxygène

D/C : Double Concentration

EDTA : Ethylène diamine tétra acétique

Eva Litsky : Bouillon à l'éthyle violet et azide de sodium

G/1ml : Germe par 1 millilitre

Km : Kilomètre

L/S : Litre par seconde

MES : Matière en suspension

mg/l : Milligramme par litre

ml : Millilitre

NA : Normes Algériennes

NTU : Unité turbidité Néphélométrique

PH : Potentiel hydrogène

RS : Résidu Sec

S/C : Simple Concentration

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique complet

TGEA : Tryptone Glucose Extract Agar

TH : Titre hydrométrique(Dureté Totale)

μs / cm : Micro-siémens par centimètre

% : Pourcentage

(+) : Positive.

(-) : Négative

Table des Matières

Dédicace	
Remerciements	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des photos	
Listes abréviations	

Introduction générale	01
------------------------------------	-----------

Chapitre 1 : Généralités sur l'eau

1. Généralités	02
1.1. Ressources des eaux	02
1.1.1. Eau Souterrains	03
1.1.2. Eau Surface	04
1.2. Qualité de L'eau	04
1.2.1. Qualité organoleptique	04
1.2.1.1. Couleur	04
1.2.1.2. Odeur	05
1.2.1.3. Goût et saveur	05
1.3. Qualité physico-chimique	05
1.3.1. Qualité physique	05
1.3.1.1. Température	05
1.3.1.2. Potentiel hydrogène	05
1.3.1.3. Conductivité électrique	06
1.3.1.4. Turbidité	07
1.3.1.5. L'oxygène dissous	07
1.3.1.6. Salinité	07
1.3.1.7. Matière en suspension (MES)	07
1.3.1.8. Résidu Sec (RS)	08
1.3.2. Qualité chimique	08
1.3.2.1. Chlorures (Cl ⁻)	08
1.3.2.2. Dureté totale (TH)	08
1.3.2.3. Titre alcalimétrique (TA)	08
1.3.2.4. Titre alcalimétrique complète (TAC)	09
1.3.2.5. Magnésium (Mg ²⁺)	09
1.3.2.6. Calcium (Ca ²⁺)	09
1.3.2.8. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	10
1.3.3. Qualité Microbiologique	10
1.3.3.1. Recherche des germes Totaux à 22 C° et 37 C° pathogène	10

1.3.3.2. Recherche des coliformes Totaux	10
1.3.3.3. Recherche des coliformes Thermo-tolérants	10
1.3.3.4. Recherche des Streptocoques Fécaux (37 C°)	10
1.4. Les normes algériennes	11

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

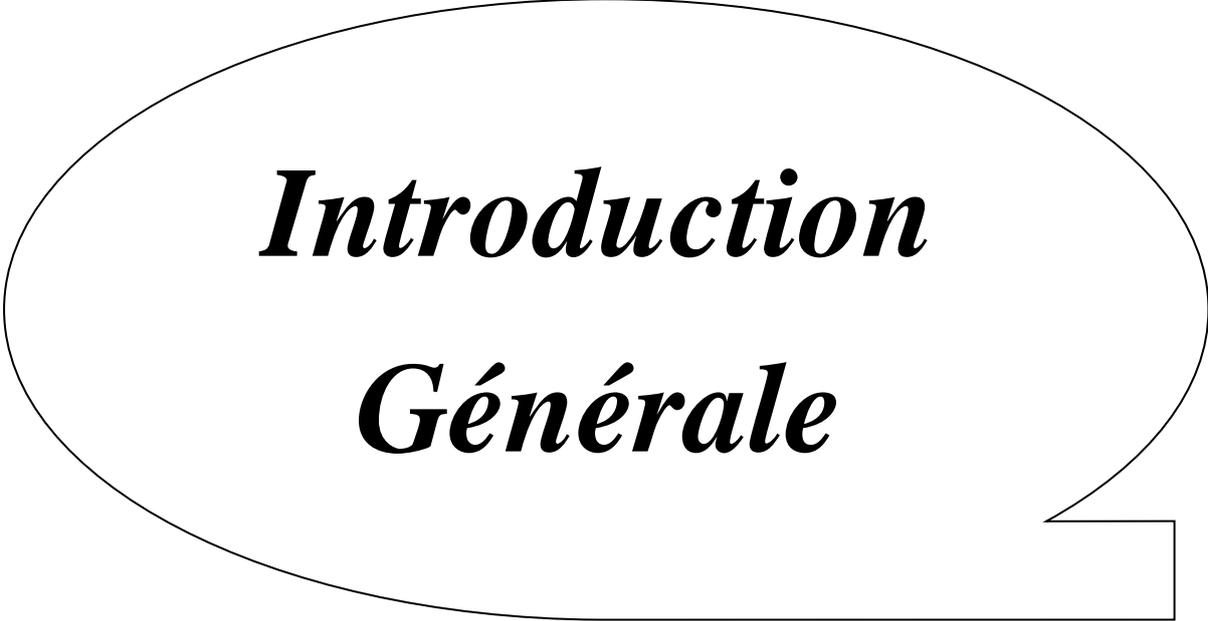
Introduction	12
2.1. Présentation de la zone d'étude	12
2. 1.1. Contexte régional	12
2.1.2. Contexte local	12
2.1.3. Habitat	14
2.1.4. Cadre géologique	14
2.1.5. Réseaux Hydrographique	14
2.2. Echantillonnage	15
2.3. Mode de prélèvement	16
2.4. Analyse physico-chimique	16
2.4.1. Matériel et appareillages d'analyse	16
2.5. Analyses microbiologique	17
2.6. Méthodes d'analyse physico-chimique	18
2.6.1. Mesure débit	18
2.6.1.1. Méthode Jaugeage capacitif.....	18
2.6.2. Analyse physique	19
2.6.2.1. Température.....	19
2.6.2.2. Turbidité.....	19
2.6.2.3. pH	19
2.6.2.3.1. Principe	19
2.6.2.4. Conductivité.....	19
2.6.2.5. Dureté Totale.....	20
2.6.2.5.1. Principe	20
2.6.3. Analyse chimique	20
2.6.3.1. Alcalinité (TA)	20
2.6.3.1.1. Principe	20
2.6.3.2. Alcalinité (TAC).....	21
2.6.3.2.1. Principe	21
2.6.3.3. Mesure des chlorures.....	21
2.6.3.3.1. Principe	21
2.6.3.4. Calcium (Ca ²⁺).....	22
2.6.3.4.1. Principe	22
2.6.3.5. Magnésium (Mg ²⁺)	22
2.6.3.6. Matières en Suspension (MES).....	22
2.6.3.6.1. Principe	22
2.6.3.6. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	23

2.6.3.6.1. Principe	23
2.6.3.7. Oxygène dissous(O₂)	23
2.6.3.7.1. Principe	23
2.6.3.8. Résidu sec	23
2.6.3.8.1. Principe	23
2.7. Analyse microbiologie	24
2.7.1. Recherche des germes totaux	24
2.7.1.1. Mode opératoire	24
2.7.1.1.1. Incubation et lecture	24
2.7.1.1.2. Expression des résultats	24
2.7.2. Recherche et dénombrement des coliformes en milieux liquides (Méthode de NPP)	24
2.7.2.1. Test de présomption	24
2.7.2.2. Lecture	25
2.7.2.3. Test de confirmation	26
2.7.2.4. Lecture	26
2.7.3. Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide	27
2.7.3.1. Test de présomption	27
2.7.3.2. Lecture	28
2.7.3.3. Test de confirmation	28
2.7.3.4. Lecture	29

Chapitre 3 : Résultats et discussions

Introduction	30
3.1. Résultats physico-chimiques	30
3.1.1. Température.....	32
3.1.2. PH.....	32
3.1.3. Conductivité électrique	33
3.1.4. Oxygène dissous	33
3.1.5. Calcium (Ca ²⁺)	34
3.1.6. Chlorure (Cl ⁻)	34
3.1.7. Turbidité	35
3.1.8. Matière en suspension	35
3.1.9. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	36
3.1.10. Titre Hydrométrique (dureté totale)	36
3.1.11. Salinité	37
3.1.12. Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	37
3.1.13. Titre Alcalimétrique (TA)	38
3.1.14. Magnésium (Mg ²⁺)	38
3.1.15. Résidu Sec	38
3.2. Résultats bactériologiques	40
3.2.1. Germes Totaux à 37C°	41

3.2.2. Germes Totaux à 22C°	41
3.2.3. Coliformes Totaux.....	41
3.2.4. Coliformes Fécaux	41
3.2.5. Streptocoques Fécaux	41
Conclusion Générale	43
Références bibliographiques	
Annexe	

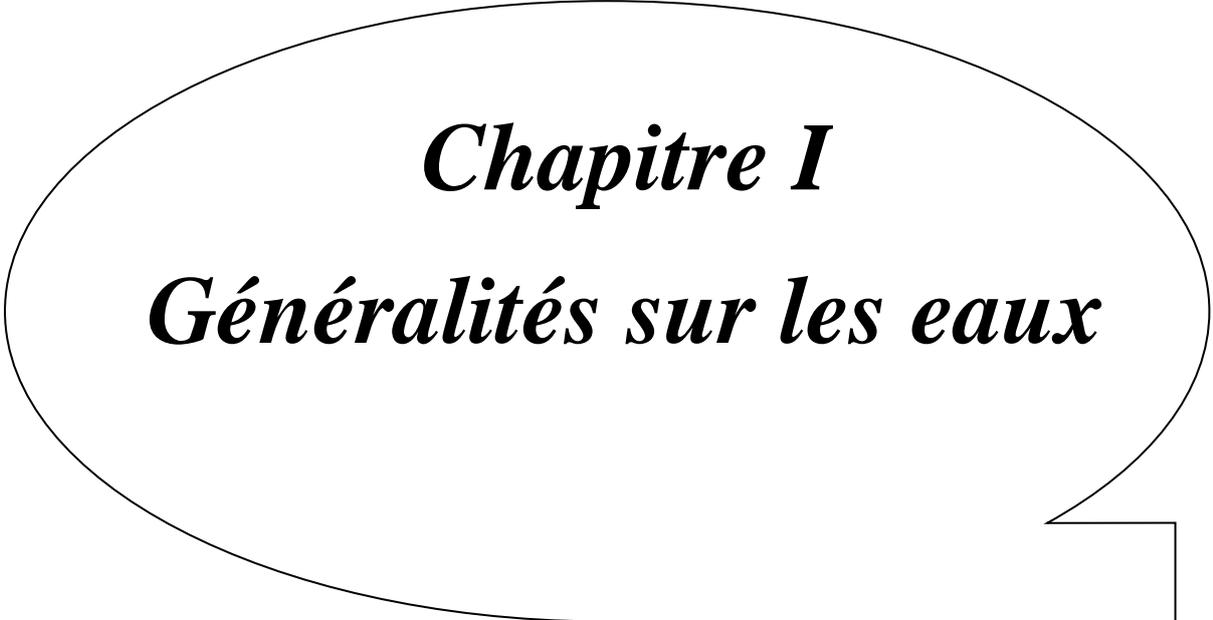


Introduction
Générale

Introduction générale

L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques, il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les ressources en eaux existantes ainsi que sur leur qualité. L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, elle se congèle à 0 C° et devient vapeur au-delà de sa température d'ébullition (100 C°). La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces derniers produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. De nombreux travaux se sont aussi rapportés sur l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité et la pollution des eaux [21]. Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. En Algérie, l'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture en Irrigation et l'industrie [22]. Ces dernières années, la qualité des eaux est devenue une opération majeur et obligatoire, afin de protéger l'environnement et la santé des êtres vivant ou l'exploiter pour la consommation humaine ou l'utilisation industrielle. Pour cette raison dans ce travail nous allons étudier la qualité physico-chimique et bactériologique d'oued de Boutane de Khemis-Miliana, dans la wilaya Ain Defla. Cette étude est répartie comme suit :

1. Après une introduction, une première partie théorique a été consacrée aux généralités sur les eaux, et ce en montrant leurs caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques d'après les normes Algériennes.
2. Une deuxième partie réservée à la présentation des matériels et des méthodes mis en œuvre dans ce travail, ainsi aux différents essais menés pour la mise au point des méthodes analytiques.
3. Une troisième partie détaille la discussion des résultats obtenus ainsi que leur interprétation, suivie par une conclusion générale.



Chapitre I
Généralités sur les eaux

1. Généralités sur les eaux

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température ambiante. A pression ambiante (1 atmosphère), l'eau est gazeuse au-dessus de 100 C° et solide en dessous de 0 C°. Sa formule chimique est H₂O, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène [1]. L'eau se trouve presque partout sur la terre et elle est vitale pour tous les organismes vivants connus, près de 70% de la surface de la terre est recouverte d'eau, essentiellement sous forme d'océans. Une étendue d'eau peut être un océan, une mer, un lac, un étang, une rivière, un ruisseau, un canal. La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par son cycle biogéochimique, le cycle de l'eau [1].

1.1. Ressources des eaux

Les réserves disponibles en eau naturelle sont constituées d'eaux souterraines (nappe souterraines) des eaux terrestres (barrage, lacs, rivière), des eaux de surface, et en eaux de mer.

1.1.1. Eau Souterrains

Les eaux qui ne sont ni ré-évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement, s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines. La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes [2]. Les principales différences entre les eaux de surface et celles souterraines sont regroupées dans le tableau 1.1.

Tableaux 1.1. Principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines [2].

Caractéristique	Eau de Surface	Eau de Souterraines
Température	Variable suivant les saisons	Relativement constante
Turbidité, MES	Variable parfois élevée	Faible ou nul
Couleur	Liée surtout aux MES sauf dans les eaux très douces et acides	Liée surtout aux matières en solutions (acides humiques)
Minéralisé globale	Variable en fonction des terrains, des précipitations	Sensiblement constante en générale nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fe ²⁺ et Mn ²⁺	Généralement absent, sauf en profondeur des pièces d'eaux en état d'eutrophisation	Généralement présente
CO ₂ agressif	Généralement absent	Souvent présent en grand quantité
O ₂ dissous	La plus souvent au voisinage de la saturation.	Absent la plupart du temps
H ₂ S	Généralement présente	Souvent présent
NH ₄ ⁺	Présent seulement dans les eaux polluées	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
Nitrate, Nitrite, Silice	Peu abondant en générale	Teneur souvent élevée
Micropolluant minéraux et organique	Présent dans les eaux de pays développées, mais susceptible de disparaître rapidement après suppression des sources	Généralement absents mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
Elément vivants	Bactérie (dont certain pathogène) virus, plancton (animale et végétale)	Ferme bactérie fréquents

1.1.2. Eau de Surface

Les principales sources d'eau potable sont les eaux de surface. Ces eaux s'avèrent souvent impropres à la consommation en raison de la pollution générée par nos activités urbaines, industrielles et agricoles. En effet, la qualité des eaux de surface varie selon les régions et les périodes de l'année. La nature et l'intensité des activités ne permettent pas toujours au cours d'eau de diluer ou de neutraliser la pollution à un niveau acceptable, si bien que l'eau ne peut pas être utilisée pour la consommation. L'emplacement des prises d'eau par rapport aux sources de pollution est aussi déterminant pour la qualité de l'eau. Il convient

ainsi de situer la prise d'eau en amont d'une source importante de pollution et de protéger cette prise d'eau en interdisant l'émission de contaminants aux alentours dans une zone d'une étendue respectable.

La qualité des eaux de surface varie fortement suivant leurs origines. Selon le cas elles sont naturellement riches en matières en suspension et en matières organiques naturelles, acides peu minéralisées,...elles sont également vulnérables aux pollutions .De ce fait, les eaux de surface nécessitent des installations de traitement conséquentes comprenant généralement des opérations de chloration, coagulation, floculation, décantation/flottation, filtration, minéralisation. L'eau de surface peut aussi être filtrée sur de charbon actif .l'ozonisation est aussi une technique utilisée pour éliminer les micropolluants, les germes, les mauvais goûts, les couleurs et les odeurs [3].

1.2. Qualité de L'eau

1.2.1. Qualité organoleptique

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé.

1.2.1.1. Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité [23].

1.2.1.2. Odeur

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme :

- L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.
- La qualité de cette sensation particulière est provoquée par chacune de ces substances [23].

1.2.1.3. Goût et saveur

- Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lors de la boisson est dans la bouche.
- La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs [23].

1.3. Qualité physico-chimique

1.3.1. Qualité physique

1.3.1.1. Température

C'est un facteur important pour l'activité biologique, il influence la solubilité de l'oxygène du milieu récepteur, donc son pouvoir auto épurateur [6].

La température de l'eau dépend d'une série de facteurs

- Situation géographique, la saison
- La profondeur (la température des profondeurs est généralement plus faible qu'en surface)
- La couleur de l'eau (une eau sombre absorbe plus fortement la chaleur)
- Le volume de l'eau (plus le volume est élevé moins importantes sont les fluctuations de température) [7].

1.3.1.2. Potentiel hydrogène

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établie entre les différentes formes de l'acidité carbonique, et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates [8].

1.3.1.3. Conductivité électrique

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. L'unité de mesure de la conductivité est siemens/cm (s/cm): $1S /m = 10^4\mu S/cm = 10^3 S/m$. La minéralisation de l'eau (teneur globale en espèces minérales) peut entraîner selon les cas, un gout salé (variable

selon la nature des sels présents), une concentration de la corrosion, et les dépôts dans les tuyauteries (entartrage) [9].

Tableaux 1.2. Classification des eaux selon la conductivité [10].

Type d'eaux	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)	Résistivité ($\Omega. \text{m}$)
Eau pure	< 23	> 30000
Eau douce peu minéralisée	100 à 200	5000 à 10000
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500	2000 à 40000
Eau très minéralisée	1000 à 2500	400 à 1000

1.3.1.4. Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité de l'eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses ou organique, micro-organismes...), étant souvent lié à des phénomènes pluviométriques dans les eaux superficielles et dans certaines eaux souterraines (nappes peu profondes). La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre. Et sont exprimées en unités et correspondent à une mesure optique de passage de lumière. D'autres unités comparables sont employées, l'unité néphéométrique de turbidité ou NTU [9].

Tableaux 1. 3. Classes de turbidités usuelles (NTU, néphéométric turbidity unity) [9].

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

1.3.1.5. L'oxygène dissous

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau [11].

1.3.1.6. Salinité

C'est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans 1L d'eau. Elle s'exprime en g par Kg d'eau. Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) et d'anion (ion chargés négativement) régulièrement disposés dans l'espace. Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre. Chaque solide ionique cristallin possède une formule statistique qui indique la nature et la proportion des ions présents sans en mentionner [12].

1.3.1.7. Matière en suspension (MES)

Les matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires constituent un paramètre important qui marque généralement le degré de pollution. Ce sont des matières qui ne sont ni colloïdales, ni solubilisés et elles-peuvent être organique ou minérales. La présence des matières en suspension, diminue la concentration en oxygène dissous, ce qui rend les activités des micro-organismes faibles et par conséquent diminution du phénomène d'autoépuration [13].

1.3.1.8. Résidu Sec (RS)

Le résidu Sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l [14].

1.3.2. Qualité chimique

1.3.2.1. Chlorures (Cl⁻)

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux [8].

1.3.2.2. Dureté totale (TH)

La dureté de l'eau est due à la présence de calcium et dans une moindre mesure, de magnésium. On l'exprime généralement en quantité équivalente de carbonate de calcium.

Tableaux 1.4. Relation entre dureté de l'eau et concentration équivalente en CaCO₃

Dureté de l'eau	Concentration en mg/l
Eau douce	0 à 60
Eau moyennement douce	60 à 120
Eau dure	120 à 180
Eau très dure	plus de 180

Une dureté supérieure 200 mg/L peut provoquer l'entartrage CaCO₃ (excès calcaire) du système de distribution et entraîner une consommation excessive de savon avec formation d'écume.

La concentration du calcium dans l'eau de consommation n'est pas généralement élevée par rapport au besoin journalier (2 g/j) [15].

1.3.2.3. Titre alcalimétrique (TA)

La teneur en hydroxyde (OH⁻), est la moitié de la teneur en carbonate CO₃²⁻ et un tiers environ des phosphates présents [16].

1.3.2.4. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Il correspond à la teneur en ions OH⁻, CO₃²⁻ et HCO₃⁻ pour des pH inférieur, à 8.3, la teneur en ions OH⁻ et CO₃²⁻ est négligeable (TA=0), dans ce cas la mesure de TAC correspondant au dosage des bicarbonates seuls [16].

1.3.2.5. Magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium est plus abondant après le calcium par rapport au sodium et au potassium. Le Magnésium peut avoir deux gains : Les calcaires dolomitiques qui libèrent le magnésium par dissolution, en présence du gaz carbonique. La dissolution du $MgSO_4$ des terrains gypseux du Trias situés au Sud [17].

1.3.2.6. Calcium (Ca^{2+})

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaire sous forme de carbonates. Est un composant majeur de la dureté totale de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogencarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure etc. les eaux de bonne qualité renferment de 250 à 350 mg/l les eaux qui dépassent les 500 mg/l présente de sérieux inconvénient pour les usages domestique et pour l'alimentation des chaudières [14].

1.3.2.7. Demande biochimique en oxygène (DBO_5)

La DBO_5 est la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes présents dans un milieu pour oxyder (dégrader) les substances organiques contenues dans un échantillon d'eau maintenu dans l'obscurité, pendant 5 jours. Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matière organique biodégradable d'une eau naturelle polluée ou d'une eau résiduaire. Deux échantillons sont nécessaires : le premier sert à la mesure de la concentration initiale en oxygène, le second à la mesure de la concentration résiduaire en oxygène au bout de 5 jours. La DBO_5 est la différence entre ces 2 concentrations. Plus la différence est grande et plus le milieu est demandeur en oxygène et donc mal équilibré car les déchets à transformer sont trop importants [14].

1.3.3. Qualité Microbiologique

L'eau ne doit contenir ni microbes, ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination biologique et être la cause d'une épidémie. Le dénombrement bactérien consiste à la recherche des bactéries aérobie, c'est-à-dire celles qui pourraient se développer en présence d'oxygène.

- Coliforme fécaux
- Coliforme totaux
- Germe totaux
- streptocoques fécaux [1].

1.3.3.1. Recherche des germes Totaux à 22 C° et 37 C° pathogène

Certaines maladies infectieuses sont transmises à l'homme par absorption d'eau ou d'aliments pollués par une eau contenant des micro-organismes pathogènes. Les plus redoutables d'entre eux sont les salmonelles, responsables de la fièvre typhoïde et le vibron cholérique responsable du choléra [1].

1.3.3.2. Recherche des coliformes Totaux

Selon l'organisation internationale de standardisation, il s'agit de bacilles gram négatifs (BGN) non sporulés oxydase négative aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 C° et 37 C° [18].

1.3.3.3. Recherche des coliformes Thermo-tolérants

Il s'agit des coliformes possédant les mêmes caractéristiques que les coliformes mais à 44 C°, ils remplacent dans la majorité des cas l'appellation : (coliformes fécaux) on cite là l'exemple de E.coli qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, fermente le lactose ou le mannitol avec production d'acide et de gaz. Elle ne peut pas en général se reproduire dans les milieux aquatiques, leur présence dans l'eau indique une pollution fécale récente [19].

1.3.3.4. Recherche des Streptocoques Fécaux (37 C°)

Il s'agit de cocci à gram positif (CGP) de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chainettes Pius ou moins longues, non sporulées aéro-anaérobies facultatives, ne possédant ni

catalase ni oxydase, ce sont des hôtes normaux d'homme, et ne sont pas considérés comme pathogène [18].

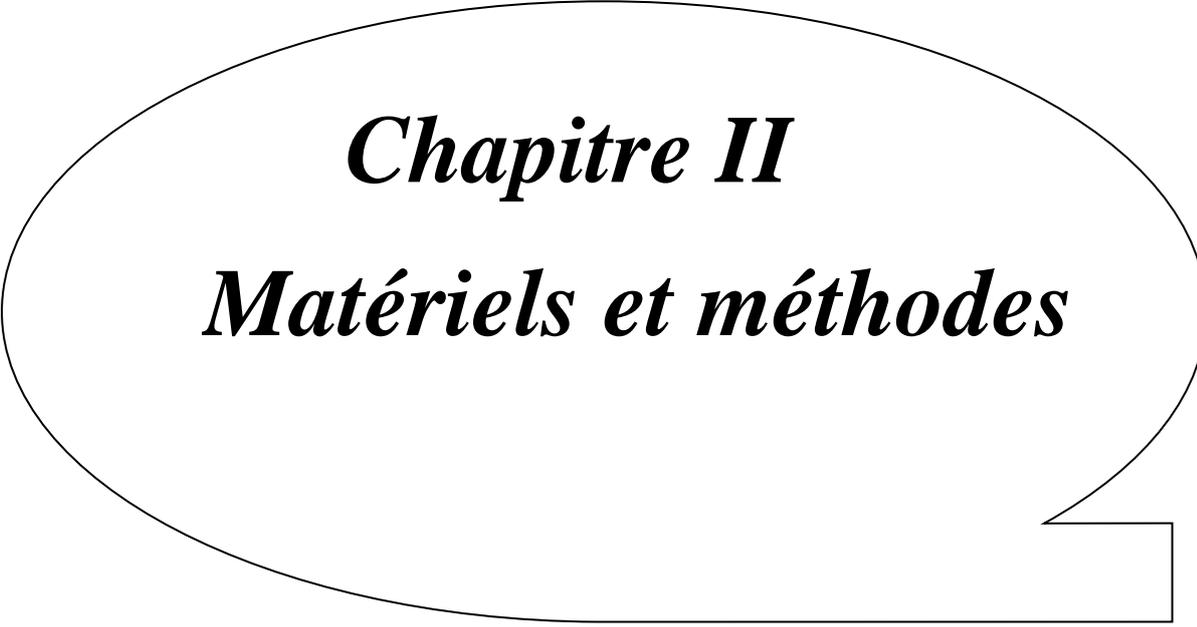
1.4. Les normes algériennes

Le tableau ci-dessous résume la grille normative de la qualité de l'eau appliquée en Algérie (eau Potable).

Tableaux 1.5. Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie [3].

	Bonne	moyenne	mauvaise	Très mauvaise
Physico-chimique :				
PH	6.5-8.5	6.5-8.5	>6, <9,	>5, <9
T°C	25	25-30	30-35	>35
Minéralisation	300-1000	1000-1200	1200-1600	>1600
Ca ²⁺ mg/l	40-100	100-200	200-300	>300
Mg ²⁺ mg/l	30	30-100	100-150	>150
Na ²⁺ mg/l	10-100	100-200	200-500	>500
Chlorure mg/l	10-150	150-300	300-500	>500
Sulfates mg/l	50-200	200-300	300-400	>400
Organiques :				
O ₂ dissous%	>100	100-50	50-30	>30
DBO ₅ mg/l	5	5-10	10-15	>15
DCO mg/l	20	20-40	40-50	>50
Matières organiques	5	5-10	10-15	>15
Composés azotés :				
Ammonium mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Nitrites mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Nitrates mg/l	0-10	10-20	20-40	>40
Composés phosphorés :				
Phosphates mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Eléments toxiques et indésirables :				
Fe mg/l	0-0.5	0.5-1	1-2	>2
Mn mg/l	0-0.1	0.1-0.3	0.3-1	>1
Mg mg/l	0	0-0.05	0.05-0.5	>1
Cr mg/l	0-0.02	0.02-0.05	0.05-1	>0.5
Cu mg/l	0	0-0.5	0.5-1	>1
Zn mg/l	0	0	0-0.01	>1
Cd mg/l	0	0	0-0.05	>0.01
Pb mg/l	0	0-0.8	0.8-1.5	>0.05
F ⁻ mg/l	0	0	0-0.02	>1.5
CN ⁻ mg/l	0.001-0.002			

--	--	--	--	--



Chapitre II
Matériels et méthodes

Introduction

Le présent chapitre consiste à présenter la région d'étude ensuite le matériel et les méthodes d'analyse, utilisés en vue d'examiner la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau d'Oued Boutane. Les essais de caractérisations ont été effectués au niveau de laboratoires de génie de procédé de la faculté des Science et de la Technologie, de la faculté des Science, Naturelles de Vie (laboratoire microbiologique) de l'université de Djilali Bounaama de Khemis-Miliana W. Ain Defla.

2.1. Présentation de la zone d'étude

2.1.1. Contexte régional

La plaine alluviale Khemis distante de 120 Km du Sud-ouest d'Alger et à 25 km du l'Est de Chef – lieu de la wilaya Ain Defla. Elle appartient au bassin versant dit haut Cheliff, cette dernière apparait sous la forme d'une dépression intra-montagneuse, couvre sept communes qui sont entre autre : Arib, sidi lakhder, Khemis Miliana, Ain Sultane, Djendel, BirOuldKhelifa et Djelida [17].

2.1.2. Contexte local

La plaine alluviale du Khemis Miliana appelée aussi plaine d'Affre ville appartient à la wilaya d'Ain defla. Elle s'étend sur une superficie de 359 Km² et comprise entre djebels Doui et Gontas précisément entre les coordonnées 36°12' et 36°17' de latitude Nord, c'est-à-dire entre les communes de Bir-Ouled- Khelifa et de Miliana, 2°12' et 2°17' de longitude Est [20]. Elle est limitée au Nord par les monts du Zaccar, au Sud par les contreforts de l'Ouarsenis, à l'Ouest par le massif de Doui et à l'Est par Djebel Gantas. La géomorphologie de la plaine est caractérisée par une pente relativement faible (15%) [17].

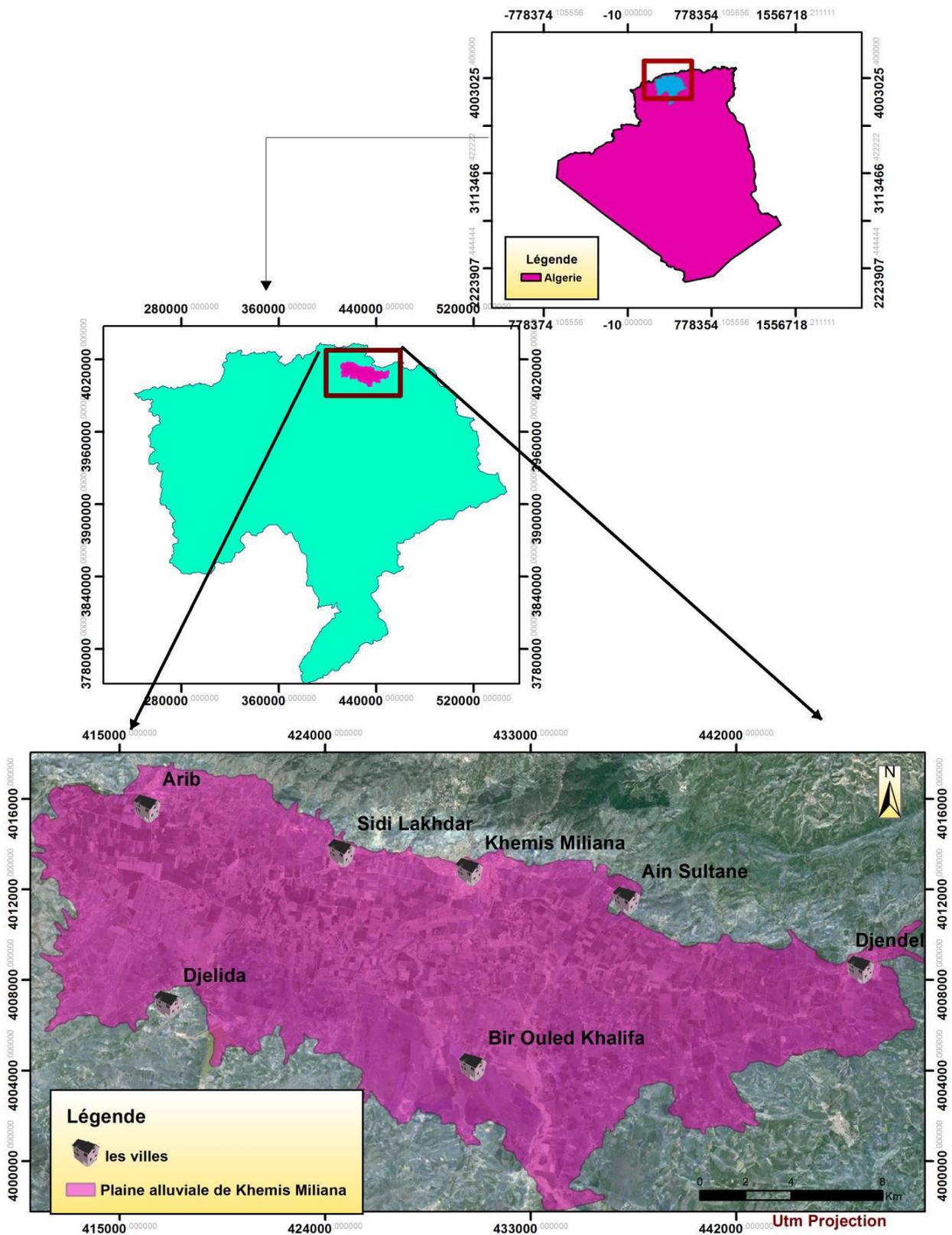


Figure 2.1. Carte de la situation géographique de la plaine de Khemis Miliana

2.1.3. Habitat

La population dans le bassin versant du haut-Chélif en 2011, était 809105 habitants avec un taux d'accroissement de 1,3% dont 82,55% sont concentrés en zones agglomérées et 17,45 % en zone rurale. Cette population est plus condensée dans les agglomérations qui sont localisée au Nord de la plaine par contre elle est minime au Sud. Les zones les plus significatives sont respectivement d'Est en Ouest : Djendel, Ain sultan, Khemis Miliana, Sidi Lakhdar et les Aribis [17].

2.1.4. Cadre géologique

La plaine est constituée par des alluvions récentes du Cheliff, formée de galets, graviers, sables sous-jacents à des niveaux argileux et limoneux dominant. Les alluvions anciennes sont de nature très diverse mais à fort pourcentage argileux en général. Au sud de la plaine, une carapace calcaire de tufs blanchâtres, compacts ou pulvérulents est particulièrement développée [17].

2.1.5. Réseaux Hydrographique

Le réseau hydrographique est sans doute l'une des caractéristiques les plus importantes du bassin et peut prendre une multitude de forme. Il se définit comme l'ensemble des cours d'eaux naturels ou artificiels, permanents ou temporaires, qui participent à l'écoulement. La plaine d'alluviale de Khemis Miliana est traversée d'Est en Ouest par Oued Cheliff et ses principaux affluents qui alimentent la zone et qui sont oued Souffay, oued Millet et oued Boutane au Nord, oued Deurdeur, oued Massine et oued Harreza au sud, tableau 2.1 [17].

Tableau 2.1. Réseau hydrographique de la plaine de Khemis-Miliana

Cours d'eau (Les Oueds)	Longueur(m)	Direction d'écoulement
Souffay	4305.85	Nord-Sud
Millet / Boutane	5171	Nord Est-Sud Ouest
Deurdeur	30897	Sud-Nord
Massine	10273	Sud Est-Nord Ouest
Harreza	6424	Sud Est-Nord Ouest

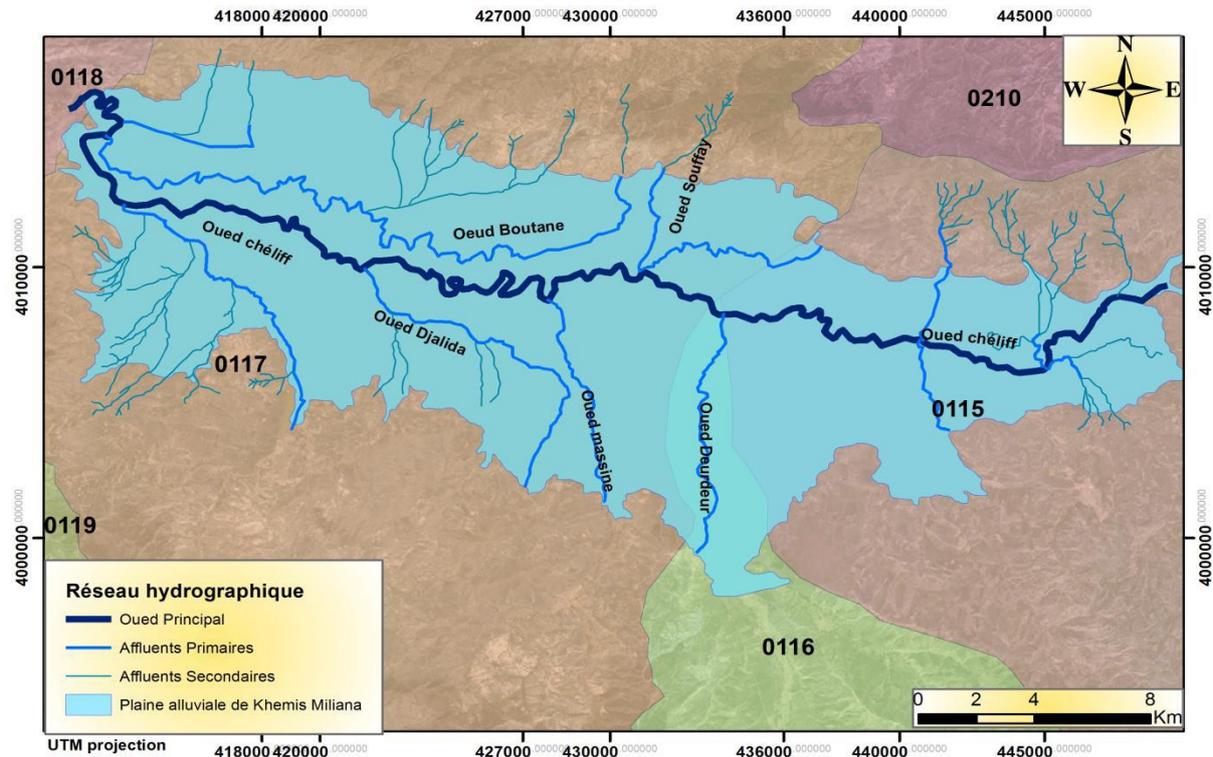


Figure 2.2. Réseau hydrographique de la Plaine de Khemis Miliana

2.2. Echantillonnage

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau de l'oued de Boutane qui traverse la ville de Khemis-Miliana. Les analyses microbiologiques et physico-chimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de Science de la Technologie et Science Naturel de la Vie de l'université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana L'étude de qualité de l'eau comporte trois étapes :

- Prélèvement, échantillonnage.
- Analyse.
- Interprétation.

Les points d'eau de prélèvement ont été choisis de manière à avoir une image d'ensemble de la qualité de l'eau de la zone. Pour réaliser cette étude quatre stations au niveau de l'oued de Boutane ont été choisies, La première station mesure l'état initial des eaux de l'oued à l'entrée de la région, la deuxième et la troisième représentent la zone intermédiaire et la dernière station, montre l'état final de l'eau de l'oued à la sortie de la zone d'étude. La

période de prélèvement était de Mars 2017 au Avril 2017. Le tableau 2.2 représente les lieux et les dates des quatre stations de prélèvements au niveau de l'oued Boutane.

Tableau 2.2. Lieux et dates de prélèvement

Eau de surface (station)	Lieu de prélèvement	Date et l'heure de prélèvement
Station 1	Sidi Sbaa	08 :36- 06/03/2017
Station 2	Zougala (pépinière)	09 :40-06/03/2017
Station 3	Khemis (Sekouma)	09 :04-15/03/2017
Station 4	Sidi laKhdar	09 :35-15/03/2017

2.3. Mode de prélèvement

Les échantillons d'eau sont recueillis dans des flacons en verre bien lavés. Les prélèvements se font à une profondeur de 15 à 30 cm de la surface de l'eau, en évitant la pénétration de l'air. Le transport des échantillons depuis le point de prélèvement jusqu'au laboratoire a été effectué dans une glacière à 4 °C. Avant de procéder aux opérations analytiques, il est essentiel que toutes les dispositions soient prises, telles que l'homogénéisation au moment du dosage.

2.4. Analyse physico-chimique

2.4.1. Matériel et appareillages d'analyse

Les appareillages consignés dans Les tableaux (2.3) et (2.4) ci-dessous donnent respectivement le type d'appareillage et le type de produits utilisés pour les différentes analyses dans notre étude.

Tableau2.3. Types d'appareillages utilisés pour les différentes analyses.

Paramètre mesurés	Types d'appareils
Température	Multi-paramètre WTW
pH	
Conductivité ($\mu\text{s} / \text{cm}$)	
Salinité (%)	
Oxygène dissous (% , mg/l)	
Matière en suspension (MES mg/l) et résidu Sec	Etuve à 105C°
DBO ₅ (mg/l)	DBO ₅ mètre à 6 modèle HACH
Turbidité	Turbidimètre de laboratoire modèle 2100N HACH à 4000NTU

Tableau2.4. Types de solution et produite utilisés pour les différents analyses

Paramètres mesurés	Types de solutions et produits
Chlorures	Chromate de potassium, Nitrates d'argent
TA et TAC	Phénolphaléine et méthyle d'orange HCl
Ca ²⁺ et Dureté Totale	NaOH, Murexide et solution Tampon pH=10, Noir eriochrome, EDTA

2.5. Analyses microbiologique

Nous avons effectué pendant notre travail la recherche des germes indicatifs suivants :

- Les germes totaux
- Les coliformes totaux)
- Les coliformes fécaux
- Les streptocoques fécaux

Le tableau 2.5 regroupe le matériel et les méthodes d'analyse bactériologique utilisés.

Tableau 2.5.Matériel et méthodes d'analyses bactériologiques

Recherche dénombrement	Matériel et milieu
Germes totaux	Boite de pétri, Etuve, gélose TGEA
Coliforme totaux et fécaux	Tube à essai, BCPL D/C, BCPL S/C, Flacon BCPL D/C, Incubation, Kovac
Streptocoques fécaux	Rothe D/C, Rothe S/C, Flacon Rothe S/C, Etuve , milieu Eva Litsky

2.6. Méthodes d'analyse physico-chimique

Les prélèvements des échantillons pour l'analyse physico-chimique ont été mis dans des flacons en plastique puis acheminés au laboratoire pour l'analyse. Les analyses physico-chimiques ont concerné les paramètres suivants: T°C, pH, Conductivité électrique, Dureté totale, Chlorures, Oxygène dissous.....etc.

Les méthodes analytiques utilisées sont décrites par [5].

2.6.1. Mesure débit

2.6.1.1. Méthode Jaugeage capacitif

C'est une méthode simple, Nécessitant un récipient et un chronomètre, elle s'applique pour les faibles débits. La méthode consiste à mesurer le temps que met le récipient, de volume connu, à se remplir d'eau. L'évaluation de débits est donnée par la formule suivante :

$$Q_c = V/T \quad (\text{Eq2.1})$$

Où :

Q_c : débit(en l/s).

V : est le volume d'eau en litres de récipient

T : le temps en secondes pour remplir le récipient

L'erreur de mesure est faible avec ce système et peut être estimée en fonction de l'imprécision sur le temps de remplissage et le volume du seau.

2.6.2. Analyse physique

Pour le mode opératoire de mesure des différents paramètres physiques conférer à l'annexe (01 et 02).

2.6.2.1. Température

La température est mesurée à l'aide d'un Multi-paramètre

2.6.2.2. Turbidité

La turbidité est mesurée au laboratoire à l'aide d'un turbidimètre « Hach » à cellule photo-électrique, par la méthode néphélométrique. Les résultats sont exprimés en unité de turbidité néphélométrique (NTU).

2.6.2.3. PH

La mesure de pH est effectuée couramment par la méthode potentiométrique avec électrode de verre plus.

2.6.2.3.1. Principe

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (calomel-KCl saturé) plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Selon l'expression de NERNST, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H⁺.

2.6.2.4. Conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique (ρ).

$$\gamma = (1/\rho) = (1/R).(L/S) \quad (\text{Eq2.2})$$

γ : Conductivité (en $\Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ ou S. m^{-1}).

P: Résistivité (en $\Omega \cdot \text{m}$)

R : résistance (en Ω)

L : distance entre les deux électrodes (en m).

S : surface de chaque électrode (en m²).

2.6.2.5. Dureté Totale

Dureté totale par méthode titrimétrie à l'EDTA permet de doser rapidement les ions calcium et magnésium, avec certaines précautions, elle est appropriée à la plupart des types d'eaux.

2.6.2.5.1. Principe

La dureté totale détermine la concentration en calcium et du magnésium dissous. Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe de type chélate par le sel di sodique de l'Acide Éthylène Diamine tétra acétique (EDTA).

L'estimation du titre hydrométrique a été faite par l'expression suivante :

$$TH = 1000 * [(C * V_1) / V_2] \quad (\text{Eq2.3})$$

TH : C'est le titre hydrométrique en mg/l

C : Concentration en milliéquivalent par litre d'EDTA

V₁: Volume ml de solution d'EDTA utilisé pour le titrage

V₂ : Volume d'échantillon [5].

2.6.3. Analyse chimique

Pour le mode opératoire et les réactifs utilisés de mesure des différents paramètres chimiques conférer à l'Annex 01 ,02 et 03.

2.6.3.1. Alcalinité (TA)

2.6.3.1.1. Principe

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide chlorhydrique (HCl), dilué en présence de la phénophtaléine. Le but est de mesurer la teneur en hydroxyde libre et en carbonate CO₃²⁻.

L'estimation du titre Alcalimétrique a été faite par l'expression suivante :

$$TA = (N_{HCl} * V_{HCl} * 1000) / 10 \quad (\text{Eq2.4})$$

TA : Titre Alcalimétrique en meq/l

V_{HCl} : Volume en ml de solution d'HCl utilisé pour le titrage.

N_{HCl} : Concentration en meq /l d'HCl [5].

2.6.3.2. Alcalinité (TAC)

2.6.3.2.1. Principe

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral (HCl), dilué en présence de méthyle orange. Le but est de déterminer la teneur en hydrogénocarbonates dans l'eau.

L'estimation du titre Alcalimétrique complet a été faite par l'expression suivante :

$$TAC = (N_{HCl} * V_{HCl} * 1000) / 10 \quad (\text{Eq2.5})$$

TAC : Titre Alcalimétrique en meq

V_{HCl} : Volume en ml de solution d'HCl utilisé pour le titrage.

N_{HCl} : Concentration en meq/l d'HCl [5].

2.6.3.3. Mesure des chlorures

2.6.3.3.1. Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

L'estimation du titre hydrométrique a été faite par l'expression suivante :

$$[Cl^-] = (N_{AgNO_3} * V_{AgNO_3} * M_{Cl} * 1000) / 100 \quad (\text{Eq2.6})$$

$[Cl^-]$ = Chlorure en mg/l

V_{AgNO_3} : Volume en ml d'AgNO₃ utilisé pour le titrage

N_{AgNO_3} : Concentration d'AgNO₃ en meq/l

M_{Cl} : Masse molaire de chlorure

100 : Eau à analyser en ml [5].

2.6.3.4. Calcium (Ca^{2+})

2.6.3.4.1. Principe

Le principe est identique à celui de la méthode titrimétrique décrite pour la dureté totale. Toutefois, comme le dosage se fait à un pH élevé, le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas. Par ailleurs, l'indicateur choisi, l'acide calcéone carboxylique, ne se combine qu'avec le calcium pour former un complexe rouge. Pour évaluer la concentration des ions de calcium, l'expression utilisée est la suivante :

$$[\text{Ca}^{2+}] = (V \cdot f \cdot 0.4008 \cdot 1000) / 50 \quad (\text{Eq2.7})$$

$[\text{Ca}^{2+}]$ = Calcium en mg/l

V = Volume en ml d'EDTA utilisé pour le titrage

F = Facteur de protection du titrage d'EDTA [5].

$$F = 1 / V_{\text{EDTA}} (\text{Eq2.8})$$

2.6.3.5. Magnésium (Mg^{2+})

Connaissant la dureté totale d'une part et la dureté calcique d'autre part, il est facile par différence de calculer la dureté magnésienne

$$T_{\text{H}} = T_{\text{Ca}^{2+}} + T_{\text{Mg}^{2+}} \longrightarrow T_{\text{Mg}^{2+}} = T_{\text{H}} - T_{\text{Ca}^{2+}} \text{ (en mg/L)}$$

T_{H} : Dureté totale

$T_{\text{Ca}^{2+}}$: Dureté calcique

$T_{\text{Mg}^{2+}}$: Dureté magnésienne [5].

2.6.3.6. Matières en Suspension

2.6.3.6.1. Principe

L'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle. L'estimation du titre hydrométrique a été faite par l'expression suivante :

$$\text{MES} = [(M_1 - M_0) / V] \cdot 1000 \quad (\text{Eq2.9})$$

MES = Matière en suspension mg/l

M_0 = masse de disque filtrant avant utilisation en mg

M_1 = masse de disque filtrant après utilisation en mg

V = Volume d'eau utilisé en ml [5].

2.6.3.6. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

2.6.3.6.1. Principe

La teneur en oxygène de l'eau est déterminée immédiatement après le prélèvement, puis à nouveau après un temps d'incubation de n jours à 20 °C. La différence entre les deux mesures correspond à la consommation d'oxygène, considérée dans ces conditions comme la demande biochimique en oxygène.

Apport de nutriments ou ensemencement par des micro-organismes n'est apporté à l'échantillon lors de cet essai.

2.6.3.7. Oxygène dissous(O₂)

2.6.3.7.1. Principe

La réduction de l'oxygène, au niveau d'une cathode convenable, engendre un courant proportionnel à la pression partielle d'oxygène dans la solution.

2.6.3.8. Résidu sec

2.6.3.8.1. Principe

Une certaine quantité d'eau bien mélangée est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé. L'estimation du Résidu Sec a été faite par l'expression suivante :

$$RS = (P_p - P_v) \cdot 10 \cdot 1000 \quad (\text{Eq2.10})$$

RS = Résidu Sec en mg/l

P_v = poids vide de la capsule

P_p = poids plein de la capsule [5].

2.7. Analyse microbiologie

Les micros organismes à dénombrer ou à rechercher dans l'eau sont d'origines diverses :

2.7.1. Recherche des germes totaux

Selon les normes internationales, les micro-organismes revives cibles se définie comme étant la totalité des bactéries, levures et moisissures capables de former des colonies dans ou sur le milieu de culture spécifié dans les conditions d'essai décrites.

2.7.1.1. Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser, porter 2 fois 1 ml dans deux boites de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées.

Compléter ensuite chacune des boites avec environ 15ml de gélose TGEA et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier.

2.7.1.1.1. Incubation et lecture

Retourner les boites et incuber, une à 37 °C pendant 24 h à 48 h, l'autre à 22 °C pendant 72 h. la lecture se fait après chaque 24h.

On calcule le nombre de colonies formées présentes dans un millilitre d'échantillon.

2.7.1.1.2. Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par ml (Germe/1ml)

2.7.2. Recherche et dénombrement des coliformes en milieux liquides

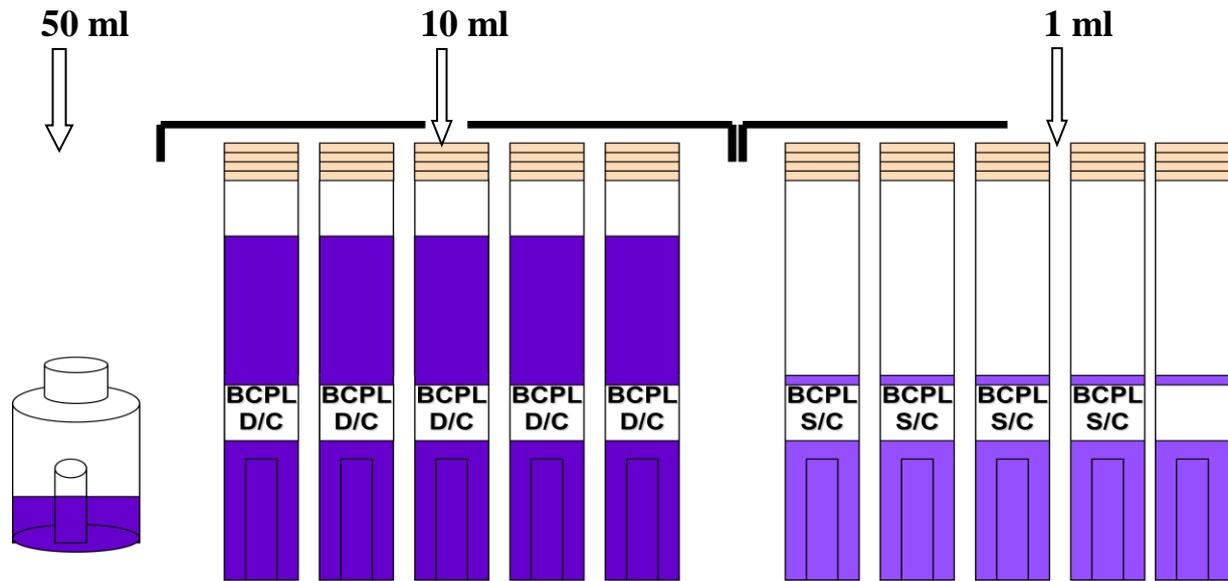
(Méthode de NPP)

2.7.2.1. Test de présomption

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

- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.
- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu, l'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.



Incuber 24-48h à 37 C°

Figure 2.3. Test présomption de Coliformes Totaux

2.7.2.2. Lecture

Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue

Le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

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

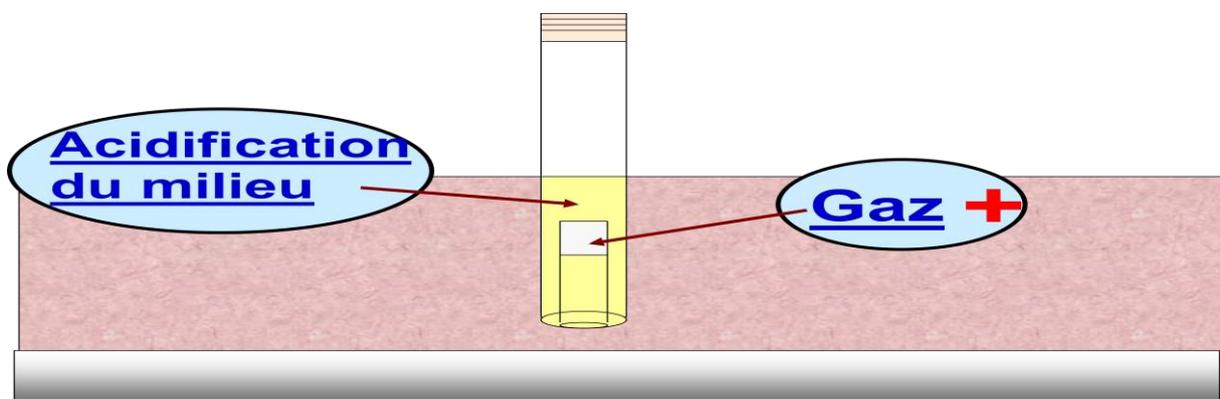


Figure 2.4. Le lecteur des Tubes

2.7.2.3. Test de confirmation

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

Les tubes de BCPL positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Eau peptone.

L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 heures.

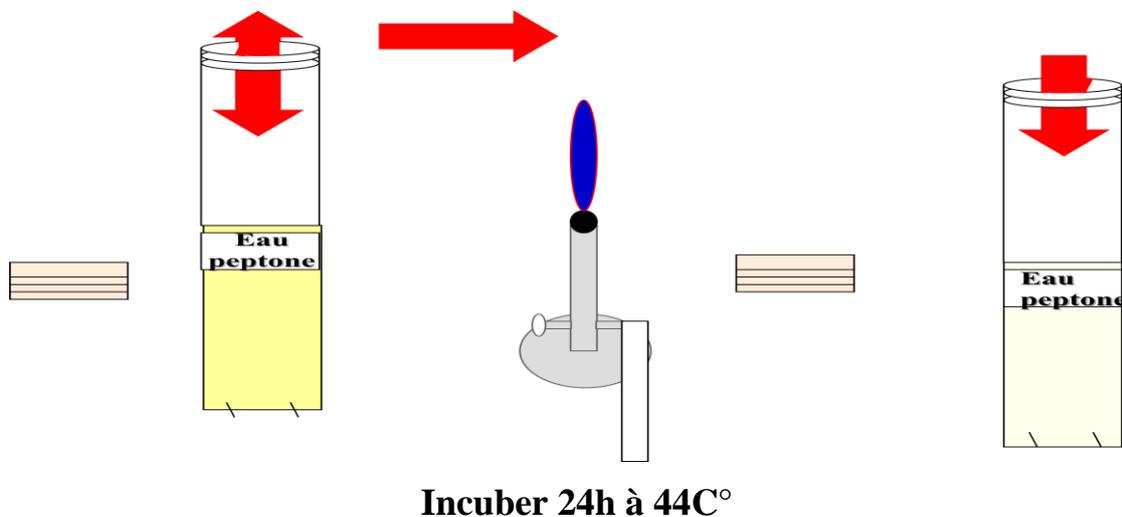


Figure 2.5. Test conformation des Coliformes Fécaux

2.7.2.4. Lecture

Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

- Un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production d'Indole par

Escherichia Coli après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP en tenant compte du fait qu'Escherichia Coli est Trouble et d'indole à 44 °C.

- Utilisation d'un seul tube confirmatif (Dénombrement d'E. Coli)

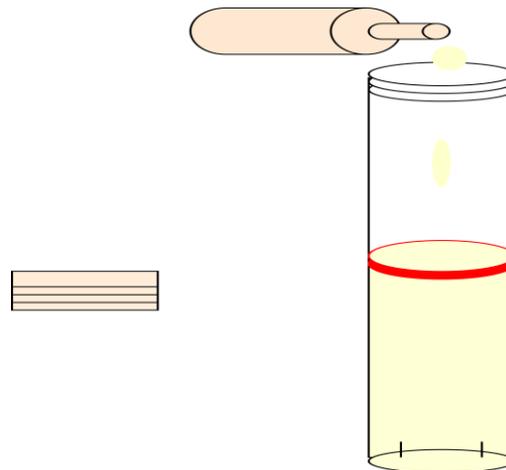


Figure 2.6. Présence d'E-Coli

2.7.3. Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide

2.7.3.1. Test de présomption

A partir de l'eau analysée, porter aseptiquement :

- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C
- 1 ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C
- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu ROTHE D/C
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

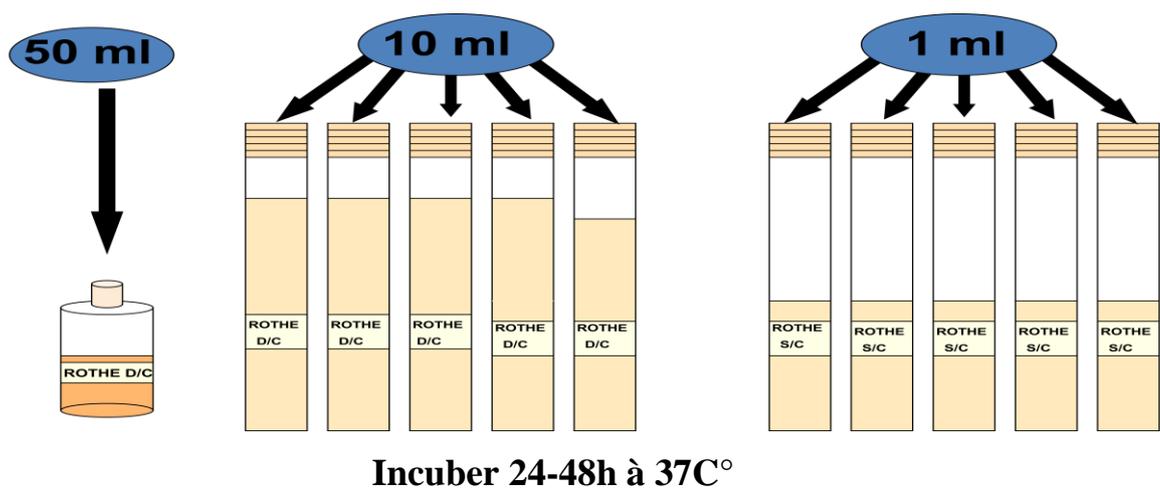


Figure 2.7. Test présomption des Streptocoques Fécaux

2.7.3.2. Lecture

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

- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

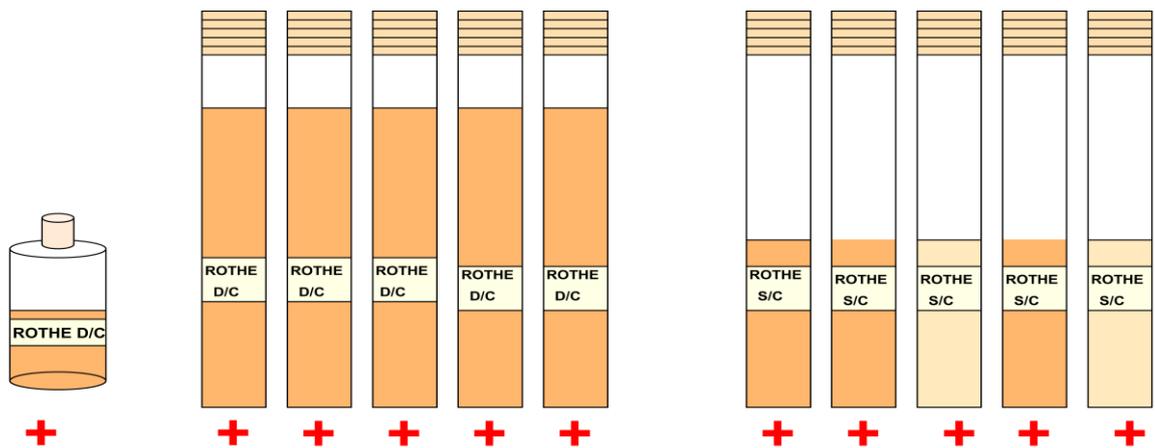


Figure 2.8. La lecture des tubes

2.7.3.3. Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoque fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.

Des tubes de milieu ROTHE positifs, en ajout quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur de milieu EVA LITSKY et incubé se fait à 37°C pendant 24heures.

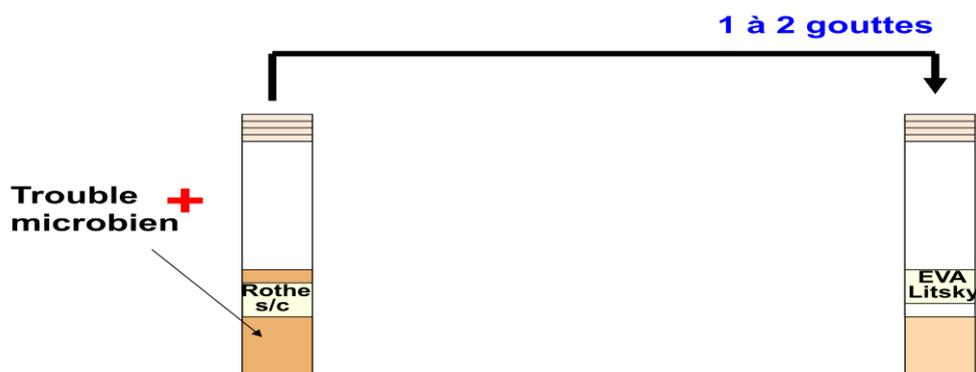


Figure 2.9. Test confirmatif des Streptocoque Fécaux

2.7.3.4. Lecture

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

- Un trouble microbien.
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP le nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analysé

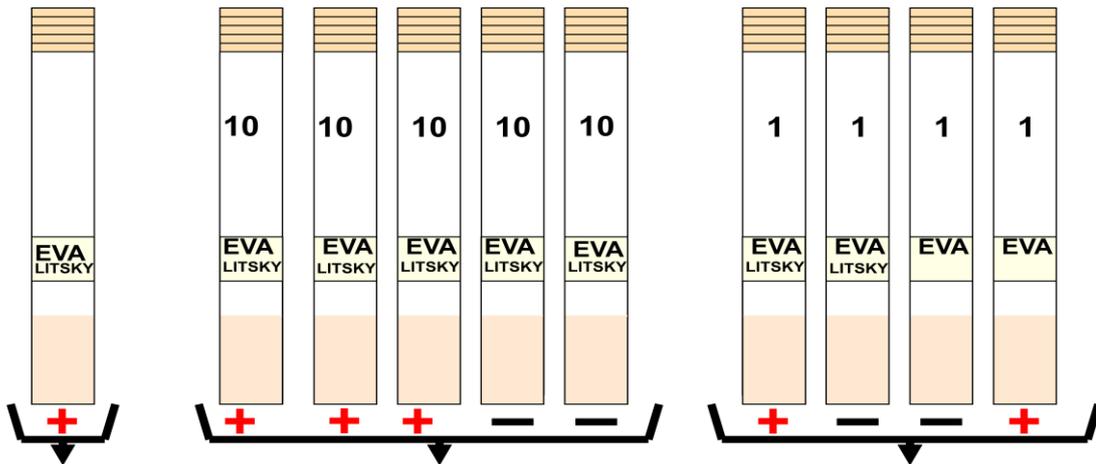
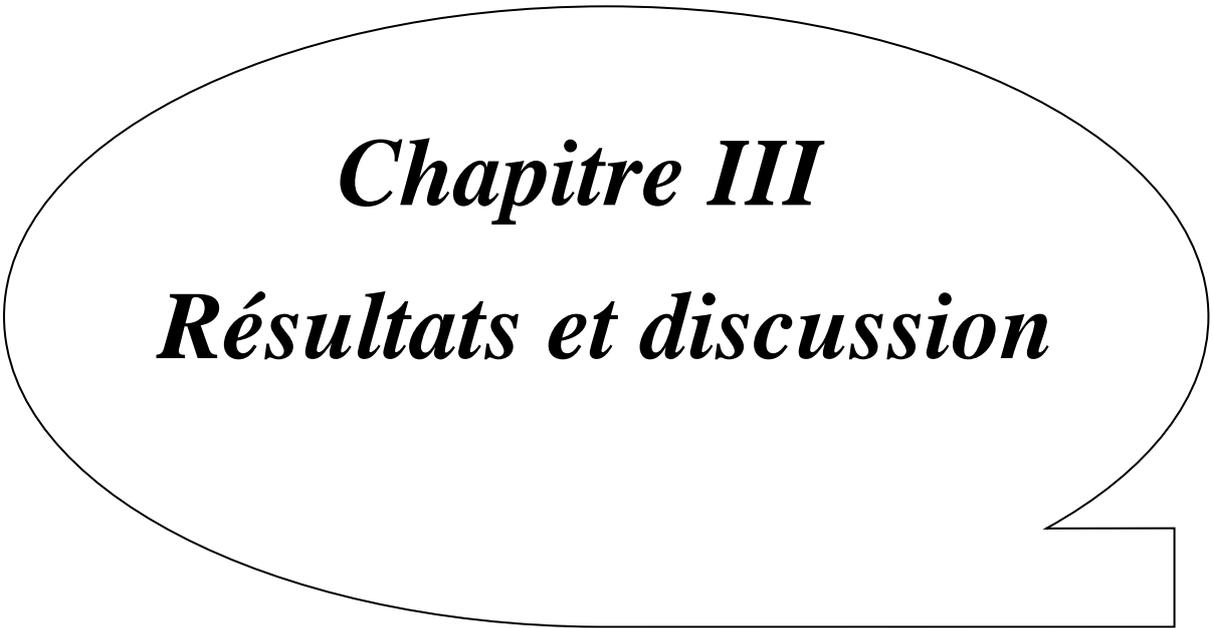


Figure 2.10. La lecture des tubes



Chapitre III
Résultats et discussion

Introduction

L'étude expérimentale réalisée sur les différents échantillons prélevés le long de l'Oued de Boutane traversant la ville de Khemis-Miliana, Nous a permis de déterminer les paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de cet oued. Pour cela nous avons effectué des prélèvements repartis entre 4 stations. Pour chaque station nous avons effectué des prélèvements durant la période du deuxième semestre de l'année 2017 et plus précisément, les prélèvements ont été effectués au cours du mois de Mars et avril, période très indiquée pour une accessibilité facile à l'échantillonnage. Les résultats obtenus sont donnés dans ce chapitre sous formes graphiques ou tableaux.

3.1. Résultats physico-chimiques

Les résultats des paramètres physico-chimiques obtenus, sont représentés dans le tableau 3.1.

Tableaux 3.1. Variation des Paramètres physico-chimiques

Paramètre Physico-chimique	Les Stations								Norme Algérienne
	Sidi Sbaa (Station1)		Zougala (Station 2)		Khemis-Miliana (Station 3)		Sidi Lakhedar		
TC°	E1	9.6	E1	7.6	E1	8.9	E1	8.6	25 C°
	E2	9.8	E1	8.7	E2	9.2	E2	9.5	
	E3	10	E2	9.8	E3	9.8	E3	8.9	
	Moy	9.8	Moy	8.7	Moy	9.3	Moy	9.0	
PH	E1	8.0	E1	7.3	E1	7.60	E1	8.2	6.5-8.5
	E2	7.15	E2	8.1	E2	6.99	E2	6.8	
	E3	9.3	E3	9.0	E3	8.45	E3	8.34	
	Moy	8.15	Moy	8.08	Moy	7.68	Moy	7.78	
COD	E1	941	E1	1068	E1	1320	E1	1690	2800 µs/cm
	E2	942	E2	1069	E2	1328	E2	1780	
	E3	943	E3	1070	E3	1321	E3	1693	
	Moy	942	Moy	1069	Moy	1323	Moy	1721	
Salinité	E1	0.1	E1	0.2	E1	0.6	E1	0.9	1.5%
	E2	0.2	E2	0.3	E2	0.4	E2	0.8	
	E3	0.3	E3	0.4	E3	0.2	E3	0.5	
	Moy	0.2	Moy	0.3	Moy	0.4	Moy	0.7	
Turbidité	E1	31.54	E1	4.19	E1	5.9	E1	43.27	5 NTU
	E2	31.99	E2	5.06	E2	4.8	E2	43.26	
	E3	33.82	E3	3.35	E3	5.59	E3	43.28	
	Moy	32.45	Moy	4.20	Moy	5.43	Moy	43.27	
O ₂ dissous	E1	60.85	E1	70.80	E1	17.5	E1	5.8	>100%
	E2	70.5	E2	85.1	E2	19.5	E2	8.3	
	E3	80.15	E3	99.40	E3	21.2	E3	7.2	

	Moy	70.5	Moy	85.1	Moy	19.4	Moy	7.1	
Cl ⁻	E1	101.8	E1	134.6	E1	492	E1	292.2	500mg/l
	E2	102.9	E2	134.9	E2	470	E2	292.5	
	E3	104.0	E3	135.2	E3	526	E3	292.8	
	Moy	102.9	Moy	134.9	Moy	496	Moy	292.5	
Mg ²⁺	E1	5.0	E1	7.95	E1	22.95	E1	26.80	50 mg/l
	E2	5.10	E2	6.50	E2	26.35	E2	24.50	
	E3	5.20	E3	9.76	E3	24.35	E3	34.08	
	Moy	5.10	Moy	8.07	Moy	24.55	Moy	28.46	
Ca ²⁺	E1	7.50	E1	5.46	E1	5.90	E1	6.90	50 mg/l
	E2	7.20	E2	8.80	E2	7.85	E2	7.50	
	E3	9.00	E3	9.53	E3	9.80	E3	9.42	
	Moy	7.90	Moy	7.93	Moy	7.85	Moy	7.94	
TAC	E1	15.0	E1	13	E1	100	E1	250	500 mg/l
	E2	25.0	E2	9	E2	200	E2	135	
	E3	20.0	E3	11	E3	102	E3	161	
	Moy	20.0	Moy	11	Moy	134	Moy	182	
TA	E1	0	E1	0	E1	0	E1	0	8 mg/l
	E2	0	E2	0	E2	0	E2	0	
	E3	0	E3	0	E3	0	E3	0	
	Moy	0	Moy	0	Moy	0	Moy	0	
MES	E1	1.2	E1	0.1	E1	0.3	E1	3.0	30 mg/l
	E2	2.2	E2	0.1	E2	0.2	E2	2.1	
	E3	2.0	E3	0.1	E3	0.4	E3	3.0	
	Moy	1.8	Moy	0.1	Moy	0.3	Moy	2.7	
RS	E1	100	E1	200	E1	300	E1	450	1500 mg/l
	E2	90.0	E2	180	E2	250	E2	550	
	E3	110	E3	220	E3	350	E3	800	
	Moy	100	Moy	200	Moy	300	Moy	600	
TH	E1	12.0	E1	13.0	E1	30.3	E1	23.0	500 mg/l
	E2	13.0	E2	18.0	E2	34.4	E2	28.0	
	E3	14.0	E3	17.0	E3	32.5	E3	27.0	
	Moy	13.0	Moy	16.0	Moy	32.4	Moy	26.0	
DBO ₅	E1	310	E1	230	E1	300	E1	340	5 mg/l
	E2	120	E2	320	E2	230	E2	420	
	E3	110	E3	110	E3	310	E3	500	
	Moy	180	Moy	220	Moy	280	Moy	420	

3.1.1. Température

Les températures expérimentales obtenues, sont données dans le tableau 3.1 et sur la figure 3.1.

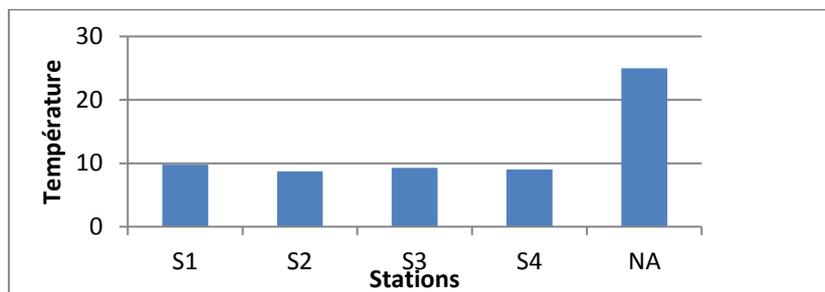


Figure 3.1. Diagramme de températures des points d'eaux (pour les stations S1, S2, S3 et S4)

D'après les résultats des températures de l'eau étudiée, nous constatons que la température minimale enregistrée, était de l'ordre de 8,7 °C dans la station (S2). Les stations (S1, S3, S4) ont connu des températures maximales de l'ordre de 9,8°C qui sont sensiblement constantes. Il est à noter que l'écart entre la température ambiante (25°C) et les différentes températures obtenues, varié de 15,2 à 16,9°C.

3.1.2. PH

Les valeurs du potentiel d'hydrogène pH de l'eau examiné pour les quatre stations (S1, S2, S3 et S4) sont données dans le tableau 3.1 et sur la figure 3.2.

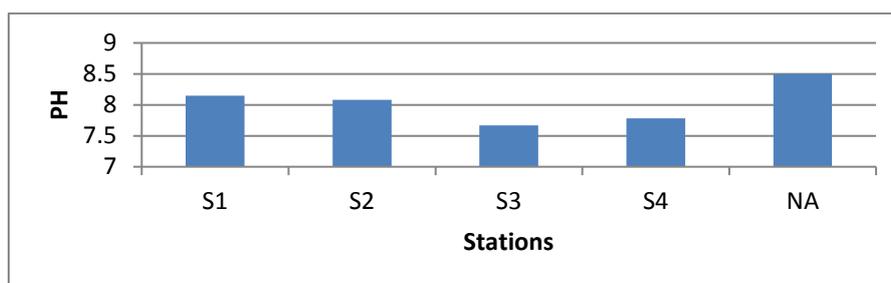


Figure 3.2. Diagramme du pH des eaux étudiées

Le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates. Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans toutes les stations de l'oued de Boutane. Le PH varié entre 7.67 et 8.15 donc ne dépasse pas la norme Algérienne (pH = 6.5-8.5), donc la qualité de l'eau dans la région d'étude est acceptable.

3.1.3. Conductivité électrique

Les valeurs de la conductivité électrique des points d'eau de la région d'étude sont regroupées dans le tableau 3.1 et représentées sur la figure 3.3.

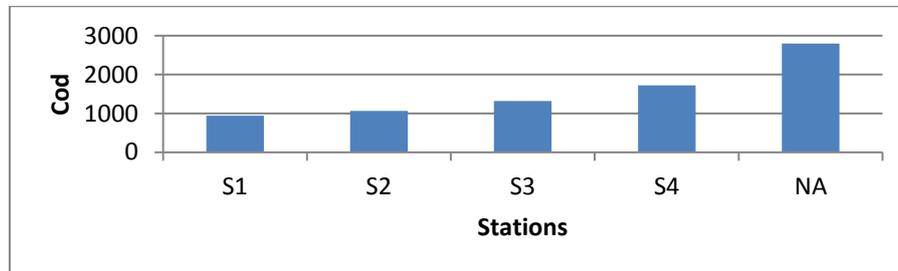


Figure 3.3. Diagramme de conductivité électrique des points d'eau étudiés

La conductivité électrique dépend des charges de matière organique endogène et exogène, génératrice de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé. D'après les résultats obtenus, une valeur moyenne avec un minimum de $942\mu\text{s}/\text{cm}$ (Station S1) et un maximum de l'ordre de $1600\mu\text{s}/\text{cm}$ (S4). Toutes les valeurs de la conductivité enregistrées sont inférieures à celle donnée par la norme algérienne ($2800\mu\text{s}/\text{cm}$), d'où la qualité des points d'eau examinés dans la région est acceptable.

3.1.4. Oxygène dissous

La figure 3.4 représente la variation spatiale de l'Oxygène dissous dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3 et S4) étudiés

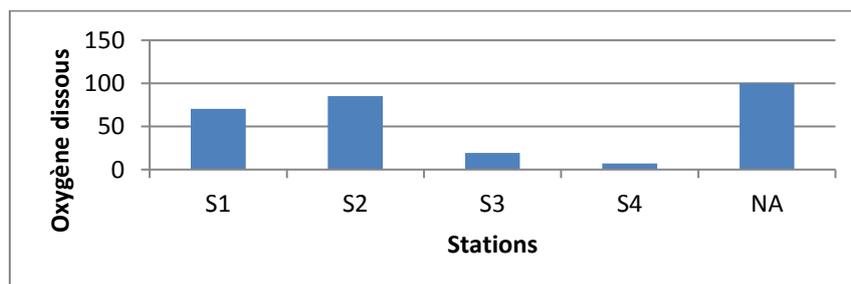


Figure 3.4. Diagramme de l'Oxygène dissous des points d'eau étudiés

L'Oxygène dissous joue un rôle primordial dans le maintien de la vie aquatique, sa présence dans les eaux naturelles, est déterminée principalement par la respiration des organismes, par l'activité photosynthétique de la flore, par l'oxydation et la dégradation des polluants et enfin par les échanges air-eau. En général, les valeurs faibles de l'oxygénées dissous favorisent le développement des germes pathogènes, Pour l'ensemble des

prélèvements, l'oxygène dissous présente des variations importantes d'un point à un autre, il a varié de 7.1 à 85%. Ces valeurs sont inférieures à celle exigée par la norme Algérienne (100%) d'où la qualité de l'eau de l'oued de Boutane de la région est acceptable.

3.1.5. Calcium (Ca^{2+})

La figure 3.5 représente la variation spatiale des ions de calcium de l'eau d'oued de Boutane pour les Stations (S1, S2, S3 et S4).

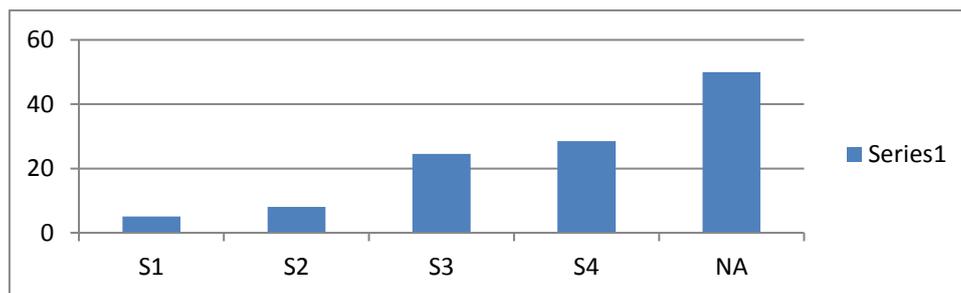


Figure 3.5. Diagramme Calcium des points d'eau étudiés

La présence des ions Ca^{2+} dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles : Soit la dissolution des formations carbonatées (CaCO_3), soit la dissolution des formations gypseuses (CaSO_4). D'après les résultats obtenus elle varie entre 7.85 à 7.95 mg/l elle est inférieure aux normes Algériennes de 500 mg/l, donc la concentration de calcium est plus faible, ce qui indique que ces eaux sont moins influencées par la dissolution des formations carbonatées et gypseuses, donc la qualité de l'eau dans la région d'étude est acceptable.

3.1.6. Chlorure (Cl^-)

La figure 3.6 représente la variation spatiale des ions de chlorure de l'eau d'oued de Boutane pour les Stations (S1, S2, S3 et S4).

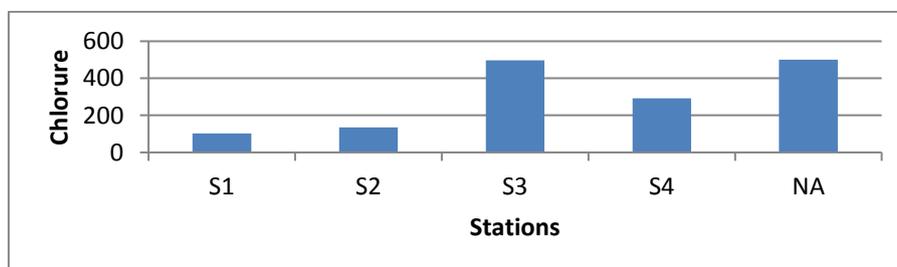


Figure 3.6. Diagramme de chlorure des points d'eau étudiés

La concentration des chlorures dans l'eau dépend aussi du terrain traversé. Sur la base des résultats des analyses effectuées pour les échantillons des eaux, les teneurs en chlorures sont de l'ordre de 102.9 mg/l à 497 mg/l au niveau de la région d'étude, les teneurs en

chlorures sont inférieures à 500 mg/l Selon les normes Algérienne, donc la qualité de l'eau dans la région d'étude elle est acceptable.

3.1.7. Turbidité

La figure 3.7 représente la variation spatiale de turbidité dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3 et S4) étudiés

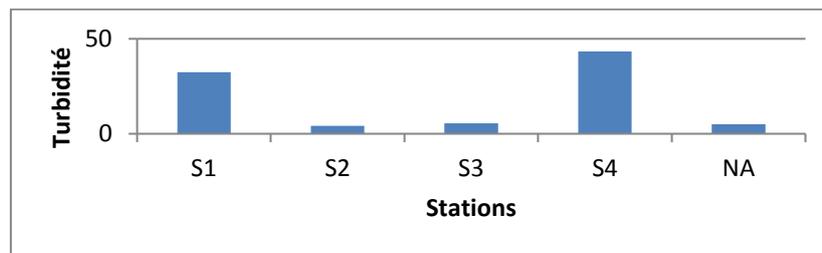


Figure 3.7. Diagramme de la turbidité des points d'eau étudiés

La turbidité est due à la présence de matières en suspension entraînées dans les eaux. D'après les résultats obtenus, la valeur varie entre 4.20 NTU à 43.27 NTU donc les résultats dépassent les normes Algérienne de 5 NTU à cause de l'augmentation des matières en suspension, donc la qualité de l'eau dans la région d'étude elle est très mauvaise.

3.1.8. Matière en suspension (MES)

La figure 3.8 représente la variation spatiale de matière en suspension dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3 et S4) étudiés

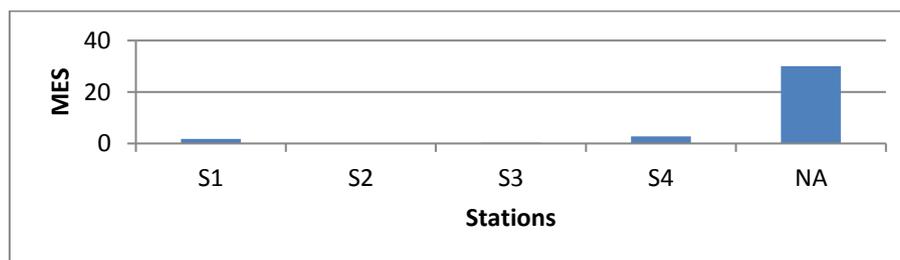


Figure 3.8. Diagramme de la matière en suspension des points d'eau étudiés

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets. Les résultats obtenus elle est variée entre 0.1 à 2.7 mg/l ne dépassent pas les normes Algérienne de 30 mg/l, donc la qualité de l'eau dans la région d'étude elle est acceptable.

3.1.9. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La figure 3.9 représente la variation spatiale de demande biochimique en oxygène dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3 et S4) étudiés

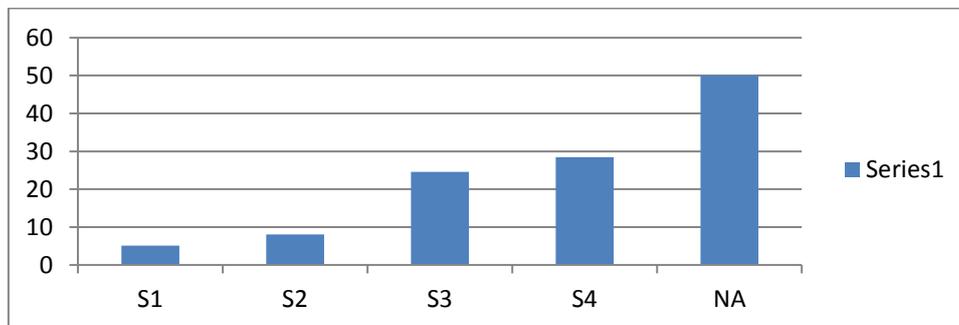


Figure 3.9. Diagramme de la demande biochimique des points d'eau étudiés

Demande biochimique en oxygène (DBO₅), c'est la quantité d'oxygène dissous consommée par les micro-organismes, à l'obscurité à 20 °C pendant 5 jours. Il permet l'évaluation des matières organiques biodégradables. Les résultats montrent une augmentation de DBO₅ de l'eau de l'Oued Boutane, en effet les valeurs moyennes de DBO₅ varient entre 180 à 420 mg/l donc les résultats obtenus dépassent les normes Algérienne de 5mg/l à cause des eaux usées brutes riches en matières organiques et en substances nutritives provenant des agglomérations urbaines, donc la qualité de l'eau dans la région d'étude elle est très mauvaise.

3.1.10. Titre Hydrométrique (Dureté Totale)

La figure 3.10 représente la variation spatiale de Titre Hydrométrique dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3 et S4) étudiés

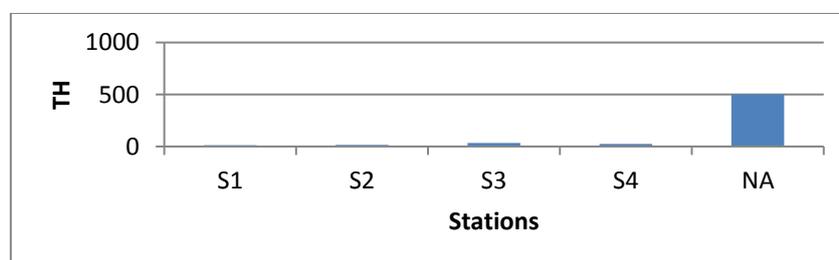


Figure 3.10. Diagramme de la Titre Hydrométrique des points d'eau étudiés

Dureté Totale C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence de calcium et de magnésium. On distingue: une dureté carbonatée qui correspond à la teneur en carbonates et bicarbonates de Ca²⁺ et Mg²⁺ et une dureté non carbonatée produite par les autres sels. La

dureté dépend de la structure géologique des sols traversés. Les résultats obtenus montrent que la dureté varie entre 13 à 32.4 mg/l ne dépassent pas les normes Algérienne de 500 mg/l, donc la qualité de l'eau dans la région d'étude elle est acceptable.

3.1.11. Salinité

La figure 3.11 représente la variation spatiale de salinité dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3 et S4) étudiés

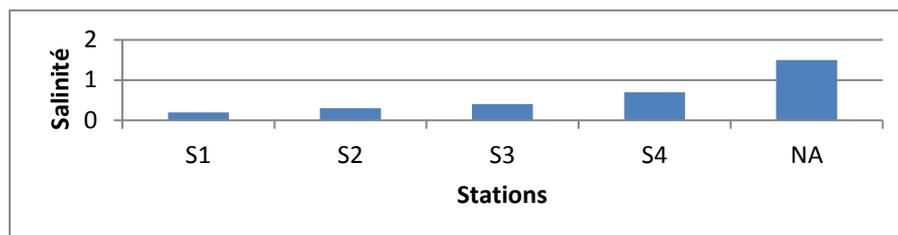


Figure 3.11.Diagramme de la salinité des points d'eau étudiés

La salinité traduit le caractère salin de l'eau, elle varie considérablement d'une saison à une autre et d'une région à une autre. Les mesures de la salinité de l'ensemble des échantillons ont montré des valeurs comprises entre 0.2 à 0.7% qui sont inférieures à celle exigée par la norme algérienne 1,5% d'où le caractère de la salinité de cette eau est vérifié. Ce comportement de salinité est étroitement lié aux apports en eau douce, et à la faible évaporation de l'eau qui augmente la concentration de sel au milieu.

3.1.12. Titre Alcalimétrique complet (TAC)

La figure 3.12 représente la variation spatiale de Titre Alcalimétrique complet dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3 et S4) étudiés

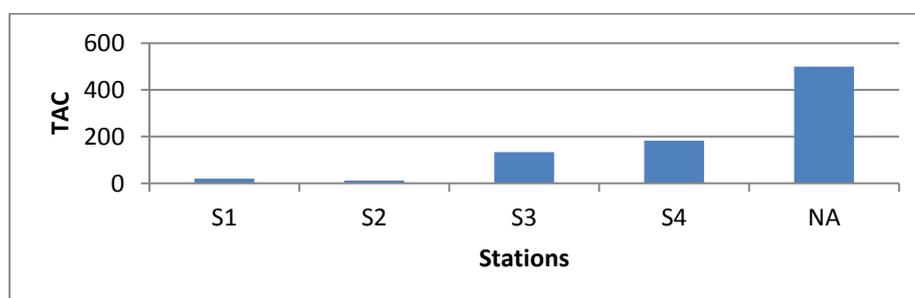


Figure 3.12.Diagramme de Titre Alcalimétrique complet des points d'eau étudiés

Le titre alcalimétrique complète ou TAC. Correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonates. D'après les résultats obtenus une valeur varie entre 11 à 182 mg/l, donc les résultats ne dépassent pas les normes Algérienne de 500 mg/l.

3.1.13. Titre Alcalimétrique (TA)

La figure 3.13 représente la variation spatiale de Titre Alcalimétrique dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3 et S4) étudiés

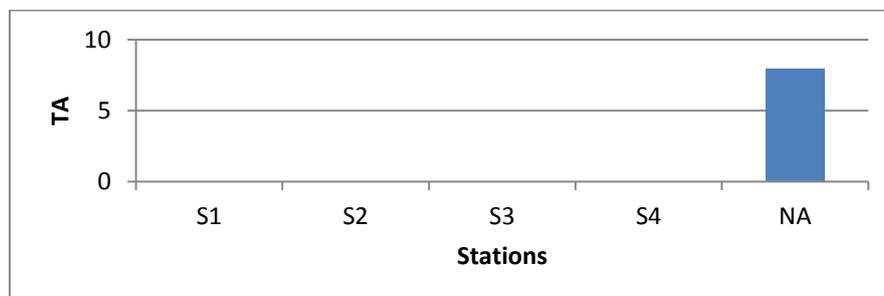


Figure 3.13. Diagramme de Titre Alcalimétrique des points d'eau étudiés

Montre que Le titre alcalimétrique mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes (OH^-) et une valence de carbonates. D'après les résultats obtenus une valeur de TA nulle est obtenu.

3.1.14. Magnésium (Mg^{2+})

La figure 3.14 représente la variation spatiale de magnésium dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3 et S4) étudiés

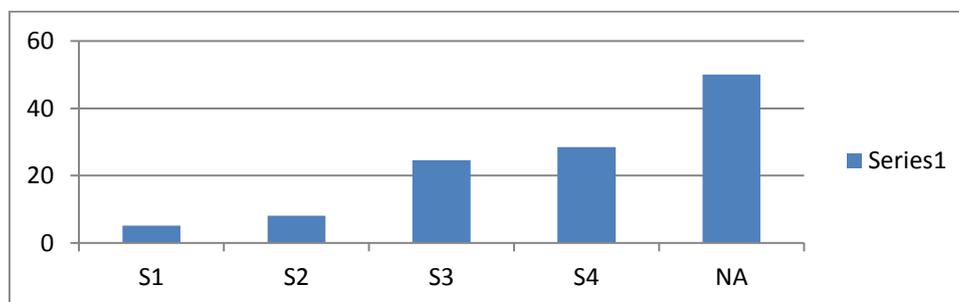


Figure 3.14. Diagramme de magnésium des points d'eau étudiés

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen). D'après les résultats obtenus une valeur varie entre 5.1 à 28.46 mg/l donc les résultats ne dépassent pas les normes Algérienne de 500 mg/l donc la qualité de l'eau elle est acceptable.

3.1.15. Résidu Sec (RS)

La figure 3.15 représente la variation spatiale de Résidu Sec dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3 et S4) étudiés

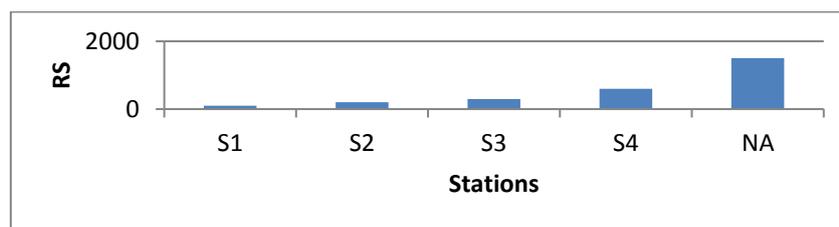


Figure 3.15. Diagramme de résidu sec des points d'eau étudiés

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 une évaporation d'eau. D'après les résultats obtenus une valeur varie entre 100 à 600mg/l, donc les résultats ne dépassent pas les normes Algérienne de 1500 mg/l et la qualité de l'eau est trouvée acceptable.

Le tableau 3.2 et la figure 3.16, résumant les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques pour les quatre stations.

Le tableau 3.2 Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques étudiés

stations/paramètres	T	pH	COD	salinité	Turbidité	O ₂ Dissous	Cl ⁻
S1	8,7	7,68	942	0,2	32,45	70,5	102,9
S2	9,8	8,08	1069	0,3	4,2	85,1	134,9
S3	9,3	8,15	1323	0,4	5,43	19,4	496
S4	9	7,78	1721	0,7	43,27	7,1	292,5
S moy	9,2	7,9225	1263,75	0,4	21,3375	45,525	256,575
Ecart type	0,46904158	0,22779742	343,530081	0,21602469	19,5896629	38,074171	179,84785
Norme Alg	25 C°	6.5-8.5	2800 µs/cm	1.5%	5 NTU	>100%	500mg/l
Stations/paramètres	Mg ²⁺	Ca ²⁺	TAC	MES	RS	TH	DBO ₅
S1	5,1	7,9	20	1,8	100	13	180
S2	8,07	7,93	11	0,1	200	16	220
S3	24,55	7,85	134	0,3	300	32,4	280
S4	28,46	7,94	182	2,7	600	26	420
S moy	16,545	7,905	86,75	1,225	300	21,85	275
Ecart type	11,6742009	0,04041452	84,6537064	1,24197423	216,02469	8,96418801	105,039675
Norme Alg	50mg/l	50 mg/l	500 mg/l	30 mg/l	1500 mg/l	500 mg/l	5 mg/l

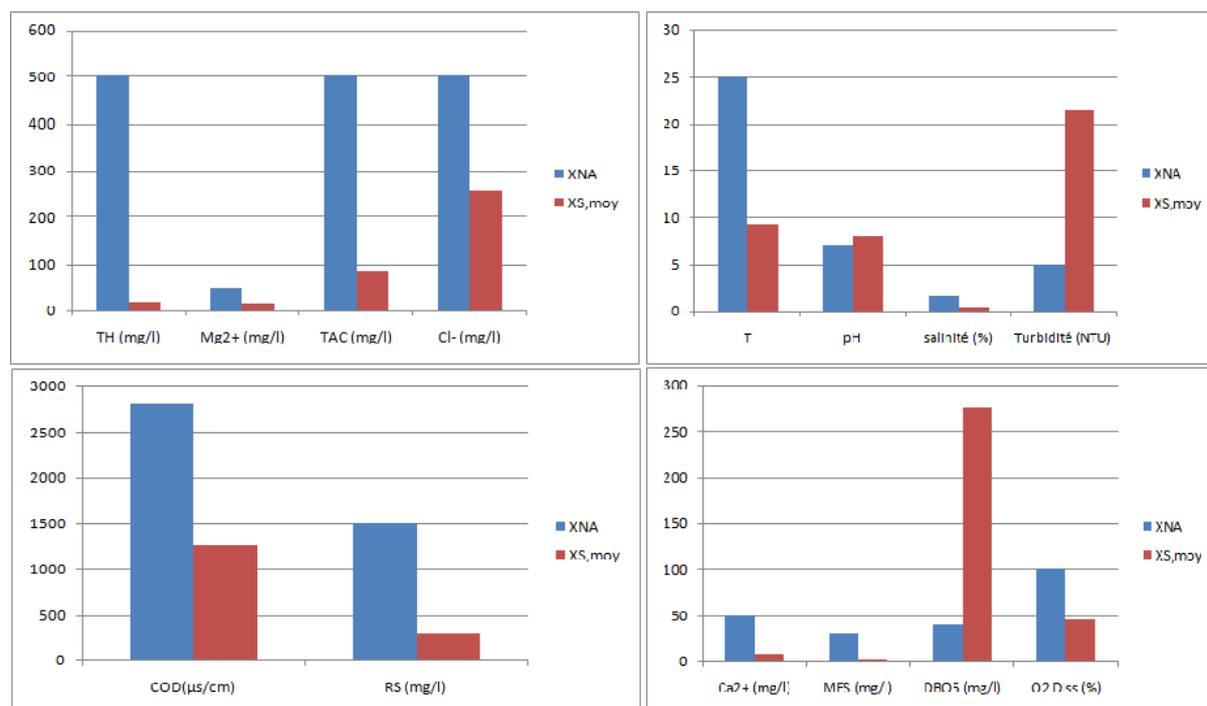


Figure 3.16 Variations spatiales des paramètres physico-chimiques étudiés, comparés avec celles exigées par la norme algérienne.

3.2. Résultats bactériologiques

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de microbiologie Université de Khemis-Miliana, et consiste à la recherches des germes totaux, Coliformes totaux et fécaux, Streptocoques fécaux. Les résultats bactériologiques obtenus sont représentés sur le tableau3.3.

Tableaux 3.3. Variation des Paramètres bactériologiques

Paramètre Bactériologique	Les Stations								Normes OMS 2011
	Sidi Sbaa (Station 1)		Zougala (Station 2)		Khemis-Miliana (Station 3)		Sidi Lakhedar (Station 4)		
Germes Totaux à 37C°	E1	50	E1	40	E1	40	E1	90	3000 Germe / 1ml
	E2	56	E2	60	E2	46	E2	30	
	Moy	53	Moy	50	Moy	43	Moy	60	
Germes Totaux à 22C°	E1	60	E1	53	E1	50	E1	55	-
	E2	20	E2	45	E2	58	E2	69	
	Moy	40	Moy	49	Moy	54	Moy	62	

Coliformes Totaux	E1	50	E1	40	E1	30	E1	60	5000 Germe / 100 ml
	E2	70	E2	80	E2	90	E2	60	
	Moy	60	Moy	60	Moy	60	Moy	60	
Coliformes Fécaux	E1	60	E1	53	E1	50	E1	55	2000 Germe / 100 ml
	E2	20	E2	45	E2	58	E2	69	
	Moy	40	Moy	49	Moy	54	Moy	62	
Streptocoques Fécaux	E1	80	E1	100	E1	140	E1	140	1000 Germe / 100 ml
	E2	120	E2	140	E2	220	E2	280	
	Moy	100	Moy	120	Moy	180	Moy	210	

3.2.1. Germes Totaux à 37 C°

D'après les résultats obtenus, nous constatons que le nombre des germes totaux à 37C° pour les échantillons étudiés est inférieur à celui exigé par les normes de l'organisation mondiale de la santé (OMS), ce qui nous laisse conclure que l'Oued Boutane est loin d'être pollué avec les rejets directs que ce soit par les déchets industriels ou par les eaux usées domestiques, donc sur le plan bactériologique les eaux des quatre stations sont de bonne qualité

3.2.2. Germes Totaux à 22 C°

Cet examen vise à faire le dénombrement non spécifique de plus grand nombre de micro-organismes. Ce dénombrement a pour objectif d'apprécier quantitativement la charge microbienne existant dans l'eau. On a remarqué que des germes totaux de l'eau de surface sont inférieurs par rapport aux normes (OMS).

3.2.3. Coliformes Totaux

Les Coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale et sont cependant très utiles comme indicateurs de l'efficacité du traitement, de l'intégrité du réseau de distribution ainsi que comme indicateurs de la décroissance bactérienne après traitement. Les coliformes totaux dans les stations sont conformes aux normes OMS. Ceci est en relation de l'absence des rejets industrielles.

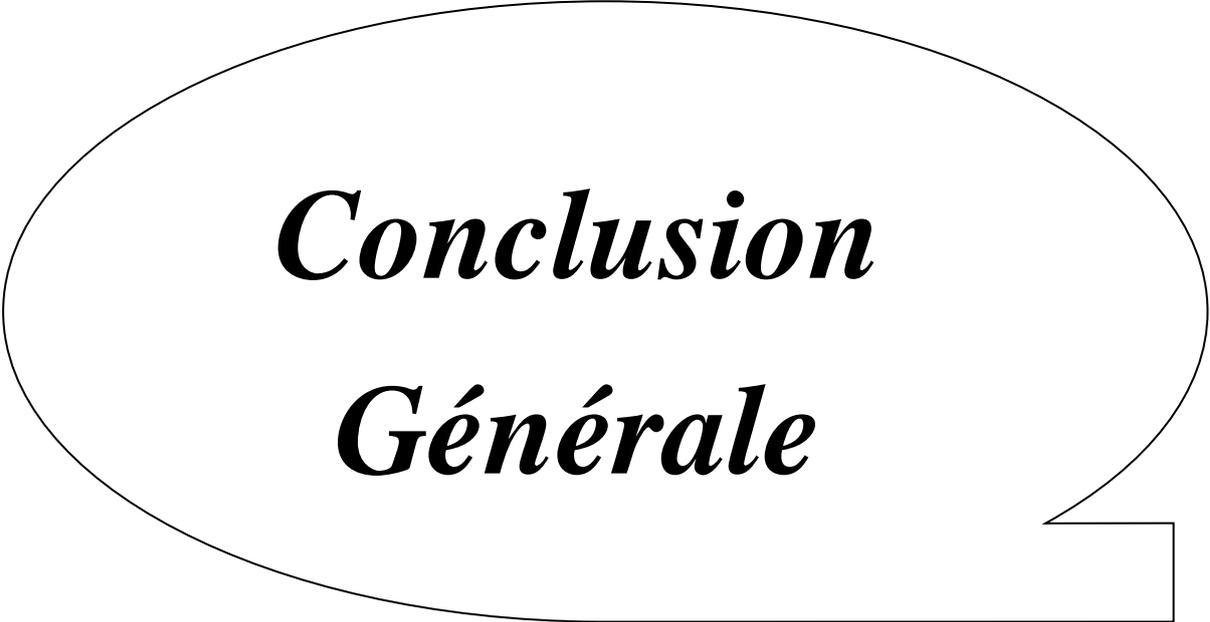
3.2.4. Coliformes Fécaux

Les Coliformes fécaux sont capables de fermenter le lactose à 44°C thermo-tolérant du genre d'Escherichia coli. Les Coliformes fécaux sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance.

Les Coliformes fécaux sont les plus importants des paramètres microbiologiques pris en compte dans le contrôle de la qualité des eaux et leurs présences sont suffisantes à confirmer qu'il y a effectivement une pollution fécale. On à remarqué une augmentation des coliformes thermo-tolérants. Les coliformes fécaux dans les stations 1 ,2son conformes aux normes OMS.

3.2.5. Streptocoques Fécaux

Les Streptocoques fécaux sont des aérobies-anaérobies facultatifs faisant partie des indicateurs de contamination fécale mais plus résistants dans le milieu extérieur que les coliformes. Les streptocoques fécaux dans la station 1 et 2 sont conformes aux normes OMS. Ceci s'explique par une absence de rejet industriel ou par le traitement des eaux usées des entreprises.

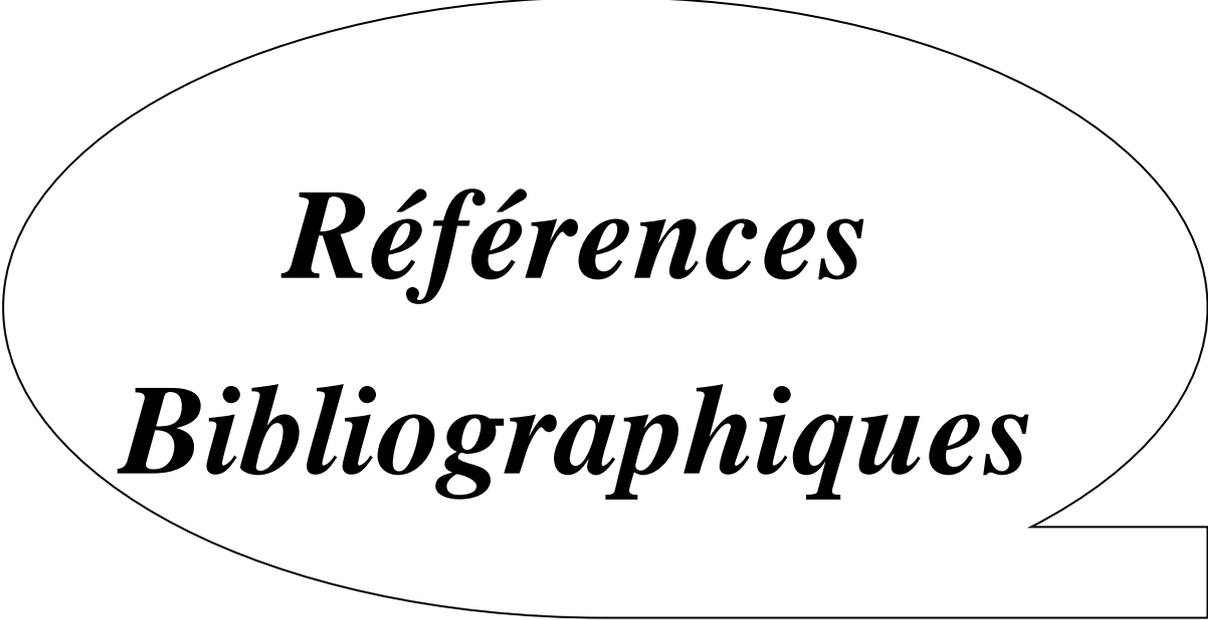


Conclusion
Générale

Conclusion Générale

Cette étude a été menée dans le but de déterminer la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de l'oued de Boutane dans la région de la commune de Khemis-Miliana, wilaya Ain Defla. La présente étude nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

1. L'analyse des résultats obtenus, montrent que sur le plan qualitatif, les eaux de ce cours d'eau sont caractérisées par les paramètres physico-chimiques suivants :
 - La température moyenne est de 9.2 °C
 - Le pH légèrement alcalin est de 7.92
 - La conductivité électrique 1263,75µs/cm
 - La teneur en chlorures est de 292,5mg/l
 - La teneur en titre alcalimétrique complet est de 86,75mg/l
 - La teneur en titre hydrométrique 21,85mg/l
2. A travers ces résultats, il est constaté que la majorité des paramètres physico-chimiques étudiés, répondent aux normes algériennes alors que la turbidité et la demande biochimique en oxygène dépassent les normes. Donc l'eau de l'Oued Boutane est de qualité physico-chimique acceptable
3. L'analyse bactériologique a révélé que le taux des germes totaux, coliformes totaux et fécaux ainsi que des streptocoques fécaux sont conformes aux normes exigées par l'organisation mondiale de la santé(OMS), donc l'eau est de bonne qualité bactériologique.
4. L'eau de l'oued de Boutane, est loin de la pollution qui peut être générée que ce soit par les rejets directs et les déchets industriels ou par les eaux usées domestiques.
5. A la lumière des conclusions rapportées précédemment, nous recommandons quelques perspectives et axes de recherches suivantes :
 - Conception du réseau d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées.
 - Le control continu de la qualité des eaux de cet oued, notamment dans les zones agglomérées.
 - Augmentation de la taille de la présente étude, en s'appuyant sur l'analyse des points d'eau de rencontre de cet oued avec les oueds qui l'alimentent.



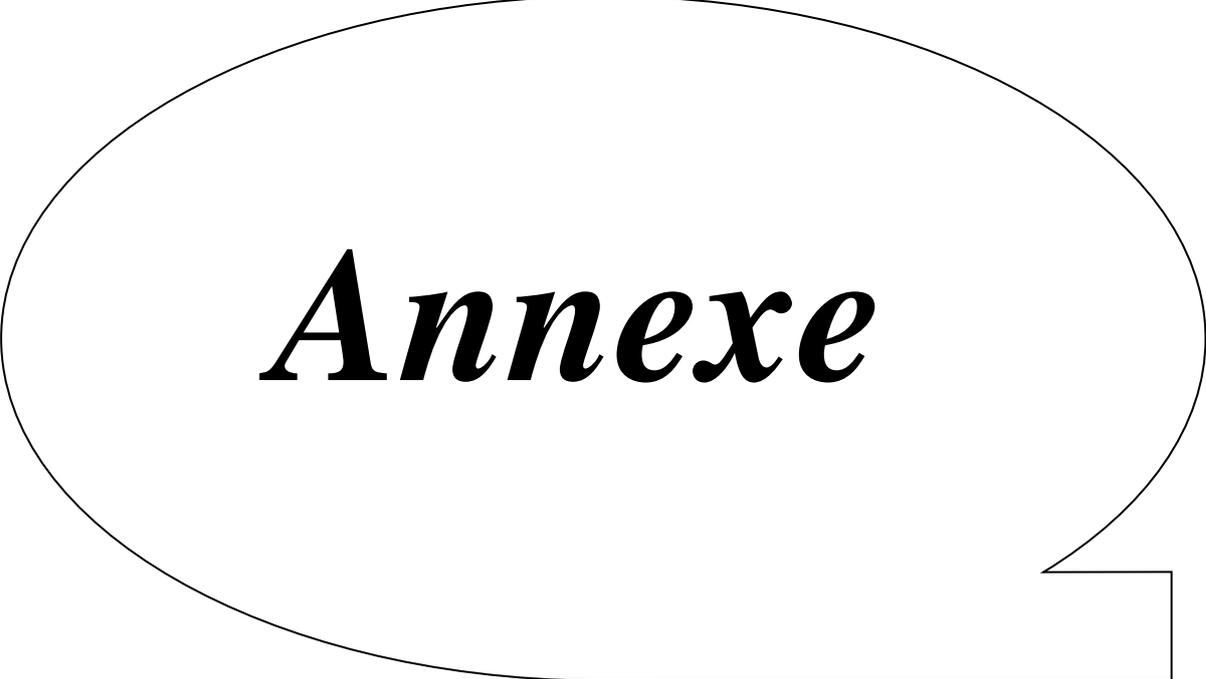
Références
Bibliographiques

Références bibliographique

- [1].HAMED. M, GUETTACHE. A, BOUAMER. L : Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du Barrage Djorf-Torba Bechar. Université de Bechar (2012).
- [2].MOKDADI. H, MESSAI AHMED. N: Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-oued (Cas du Lac Ayata, Chott Marouam, Lac Sif El-Menadi et Chott Halloufa (2015).
- [3]. KUDRI NEE BELALIA. Z: Etude et traitement de l'eau du BARRAGE DJORF-ELTOR de la wilaya Bechar par filtration sur sables. Mémoire de Magister en Eau et environnement. Université Hassiba Benbouaali de chlef (2006).
- [4]. KASSIM .C: Etude de la qualité physico-chimiques et bactériologiques de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Université Bamako (2005).
- [5].RODIER. J, BERNAD. L, (L'analyse d'eaux). 9ème édition. Paris. (2009).
- [6].BENALLOU . A, (Analyse physico-chimique des effluents provenant de la laiterie de Arib.Centre université de Khemis Miliana (2004).
- [7].MAHAMAT . B, BESKRI. A : Caractéristique physico-chimique des eaux souterraines dans la plaine de Khemis Miliana, Mémoire fin d'étude. Centre université de Khemis Miliana (2010).
- [8].MAKHOUKH .M : Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya. Maroc (2011).
- [9].JOEL . G : La qualité de l'eau potable, technique et responsabilités, Paris, Novembre (2003).
- [10]. SARI. H: Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source (Attar) (Tlemcen). Mémoire de Master en Sciences des aliments. Université Abou-Bekr Belkaid Tlemcen (2014).
- [11]. KAHOUL, TOUHAMI: Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la Ville d'Annaba (Algérie). Université Badji Mokhtar. Annaba BP12. Algérie (2014).
- [12].GAUJOUS . D : La pollution des milieux aquatiques, aide mémoire 2ème édition.
- [13].FELFOUL . R, HADJYAHYA . S : Contribution au traitement des eaux de oued boutane (Khemis Miliana) Choix d'un procédé d'épuration Centre université de Khemis Miliana (1999).
- [14].KHELILI .R, LAZALI .D: Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Harraza (Wilaya de Ain Defla), (2015).
- [15]. HAWA .S: Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la Ville de Bamako. Université de Bamako (2001).

Références bibliographique

- [16].MENAD . K, METADJER : Traitement des eaux saumatre par l'osmose inverce cas de l'eau de Khemis Miliana .Université Khemis Miliana (2012).
- [17]. SAHRAOUI. N: Etude de la coherence entre la vulnérabilité à la pollution de la qualité des eaux souterraines plaine Khemis Miliana. Mémoire de Master en Eau et Bioclimatique. Université Khemis Miliana (2015).
- [18].LEYLA . G, RONNEFOY . C, GUILLET. F : Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris (2002).
- [19].JOHN . P, DANALD . A : Microbiologie, 3éme édition, 2010.
- [20]. NEFIDSA. K : Evolution géochimique des eaux souterraines et leurs impacts sur la qualité des sols irrigués de la plaine du Haut Chéiff .Université Hassiba Ben Bouali Chlef (2013).
- [21]. REGGAM 1, BOUCHELEGHEM 2. H, HOUHAMDI 1. M: Qualité Physico-Chimique des Eaux de l'Oued Seybouse (Nord Est de l'Algérie): Caractérisation et Analyse en Composantes Principales (Physico-chemical quality of the waters of the Oued Seybouse (Northeastern Algeria): Characterization and Principal Component Analysis). Université 8 Mai 1945 de Guelma, Algérie (2015).
- [22]. MOHAMMEDI. I, MAYOU .O : Evolution du transport solide et la qualité des eaux Cas du bassin versant de l'oued Harraza . Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana (2015).
- [23]. RODIER .J, (l'Analyse d'eau). 5éme édition. (2005).



Annexe

1. Analyses physico-chimiques

Mesure de potentiel d'hydrogène (pH), Température (T°), Oxygène dissous (O₂ dissous), conductivité électrique et salinité à l'aide d'un multi-paramètre.

1.1. Mode opératoire

➤ Dosage de l'échantillon

- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser
- Mettre un agitateur avec une bécher
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitateur
- Puis noter le pH, T°, l'oxygène dissous, conductivité électrique et salinité

Les résultats donnés directement en % et mg/l (oxygène dissous), $\mu\text{s}/\text{cm}$ (conductivité) et en g/l (salinité)



Figure 1. Multi-paramètre

1. 2. Turbidité

1.2.1. Mode opératoire

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure [5].

La mesure est obtenue directement en NTU.



Figure 2. Turbidimètre

1.3. Dosage des Chlorures (Cl⁻)

1.3.1. Mode opératoire

- Placer 50 ml d'échantillon dans erlenmeyer
- Ajouter 2 goutte de K_2CrO_4 (Chromate de potassium)
- Titrer la solution avec l' $AgNO_3$ 0.02N jusqu'à ce que la solution vire jaune rougeâtre qui est le point de fin de titrage [5].

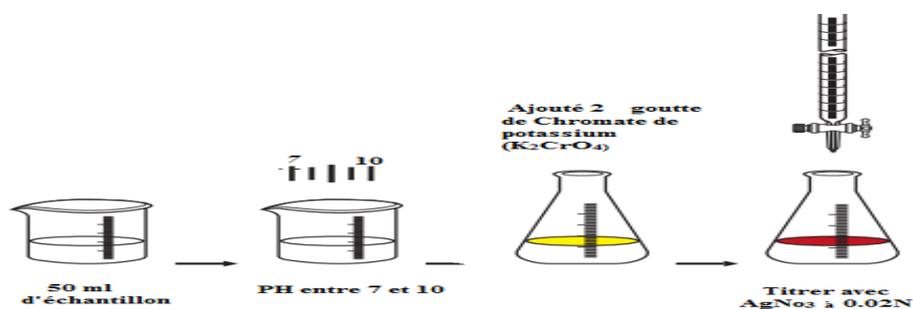


Figure 3. Dosage de Chlorure

1.4. Dureté Totale (TH)

1.4.1. Mode opératoire

- Placer 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer
- Ajouter 4 ml de solution Tampon et 3 goutte de solution de noir ériochrome
- Titrer la solution de l'EDTA rapidement en début puis goutte à goutte jusqu'à virage bleu
- Noter $V_{\text{éq}}$ de Solution l'EDTA [5].

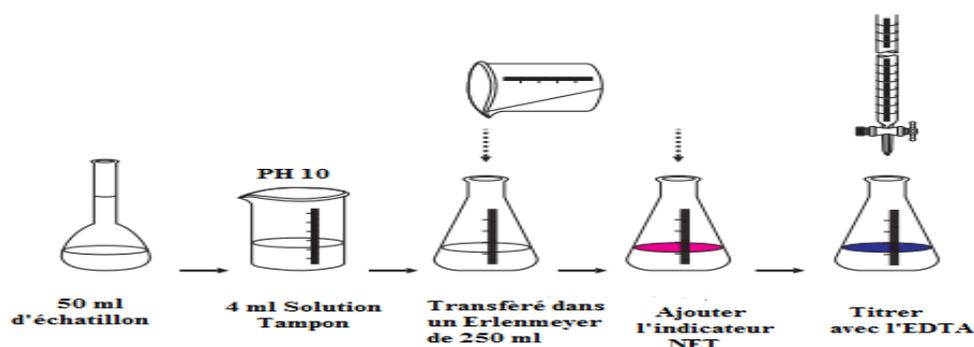


Figure 4. Dosage de Dureté Totale

1.5. Dosage de Calcium (Ca^{2+})

1.5.1. Mode opératoire

- Placer 10 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer
- Verser 4 ml de NaOH et pincée Muruxide à 0.5%
- Titrer avec de solution EDTA à jusqu'à virage violet [5].

1.6. Détermination de Magnésium (Mg^{2+})

La différence entre la dureté totale et la dureté calcique donne directement la dureté magnésienne de l'eau analysée [5].

1.7. Détermination de Titre Alcalimétrique (TA)

1.7.1. Mode opératoire

- Placer 100 ml l'eau à analyser dans un erlenmeyer
- Ajouter 3 gouttes de phénolphaléine à 0.5% qui donne une coloration rose
- Titrer avec de solution l'HCl jusqu'à disparition de couleur [5].

1.8. Détermination de Titre Alcalimétrique Complet (TAC)

1.8.1. Mode opératoire

- Placer 100 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer
- Ajouter 3 gouttes de méthyle d'orange à 1%
- Titrer avec de solution l'HCl jusqu'au virage de jaune orange [5].

1.9. Détermination le Demande Biologique d'oxygène DBO₅

1.9.1. Mode opératoire

- Verser l'échantillon contenu dans la vase à débordement dans le flacon de mesure
- Mettre dans chaque bouteille un agitateur magnétique
- Fixer dans le col de la bouteille une tubulure en caoutchouc et déposé dans tablette de NaOH
- Viser les têtes de mercure (oxyton-c) sur les flacons et bien agitateur dans la chambre thermotactisme
- A la fin du 5^{ème} jour, il convient dépouiller les mesures et on obtient (demande biochimique d'oxygène après 5 jours)
- On note chaque jour la consommation d'oxygène (mg/l), on aura la mesure de la (DBO₅)

1.10. Détermination de Résidu Sec

1.10.1. Mode opératoire

- Tracer une capsule préalablement lavée, rincer à l'eau distillée et desséchée
- Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déverser la dans la capsule
- Porter cette dernière à l'étuve à 105 C° pendant 24 heures
- Laisser refroidir pendant ¼ d'heure au dessiccateur
- Peser immédiatement et rapidement [5].



Figure 5. Etuve

1.11. Détermination des matières en suspension

1.11.1. Mode opératoire

- Laver le disque de filtration à l'eau distillée, le sécher (105C°) jusqu'à masse constante, puis le peser à 0.1 mg près passage au dessiccateur
- Le mettre en place sur l'équipement de filtration, mettre en service le dispositif d'aspiration ou de pression, verser l'échantillon (V) sur le filtre
- Rincer la fiole ayant contenu l'eau à analyser avec 10 ml d'eau distillée
- Laisser essore le filtre, sécher à 105 C°, laisser refroidir du dessiccateur et peser à 0.1 mg près, jusqu'à masse constante [5].



Figure 6. Montage de Matière en Suspension

2. Analyses microbiologiques

Tableau 1 : Nombre le plus probable (NPP)

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

3. Paramètres microbiologiques

Tableau 2: Paramètres microbiologique pour eaux de surface (OMS).

Germes aérobies à 37°C 3000 Germe/1ml
Germes aérobies à 22°C -Germe/ 1ml
Coliformes totaux 5000 Germe/100ml
Coliformes thermo-tolérantes 2000 Germe/100ml
Escherichia coli 2000 Germe/100ml
Streptocoques fécaux 1000 Germe/100ml

Tableau 3 : Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les coliformes (Station 1)

Inoculum	Test Présomption	Nombre Caractéristique	Test Confirmation		Nombre Caractéristique
			Trouble	Indole	
Flacon 50 ml BCPL D/C	+	1	+	+	1
5 *10ml BCPL D/C	- - - -	0	- - - -	- - - -	0
5*1ml BCPL S/C	+ + + - -	3	+ + + + +	- - - - -	0

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des coliformes totaux est donc 103 ce qui correspond sur la table NPP à 60 coliformes totaux. 100 correspond sur la table de NPP à 10 coliformes fécaux

60 coliformes totaux dans 100 ml d'eau à analyser

10 coliformes fécaux dans 100 ml d'eau à analyser

Tableau 4 : Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les coliformes (Station 2)

Inoculum	Test Présomption	Nombre Caractéristique	Test Confirmation		Nombre Caractéristique
			Trouble	Indole	
Flacon 50 ml BCPL D/C	+	1	+	-	0
5*10ml BCPL D/C	- - - -	0	- - - -	- - - -	0
5*1ml BCPL S/C	+ + + - -	3	+ + + + +	- - - - -	0

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des coliformes totaux est donc 103 ce qui correspond sur la table NPP à 60 coliformes totaux. 000 correspond sur la table de NPP à 0 coliformes fécaux

60 coliformes totaux dans 100 ml eau à analyser

0 coliformes fécaux dans 100 ml eau à analyser

Tableau 5: Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les coliformes (Station 3)

Inoculum	Test Présomption	Nombre Caractéristique	Test Confirmation		Nombre Caractéristique
			Trouble	Indole	
Flacon 50 ml BCPL D/C	+	1	+	+	1
5*10 ml BCPL D/C	- - - -	0	- - - -	- - - -	0
5*1 ml BCPL S/C	+ + + - -	3	+ + + + +	+ + - - -	2

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des coliformes totaux est donc 103 ce qui correspond sur la table NPP à 60 coliformes totaux. 102 correspond sur la table de NPP à 40 coliformes fécaux

60 coliformes totaux dans 100 ml eau à analyser

40 Coliformes fécaux dans 100 ml eau à analyser

Tableau 6: Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les coliformes (Station 4)

Inoculum	Test Présomption	Nombre caractéristique	Test confirmation		Nombre caractéristique
			Trouble	Indole	
Flacon 50 ml BCPL D/C	+	1	+	+	1
5*10 ml BCPL D/C	-	0	-	-	0
	-		-	-	
	-		-	-	
	-		-	-	
5*1 ml BCPL S/C	+	3	+	+	1
	+		+	-	
	+		+	-	
	-		+	-	
	-		+	-	

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des coliformes totaux est donc 103 ce qui correspond sur la table NPP à 60 coliformes totaux. 101 correspond sur la table de NPP à 30 coliformes fécaux

60 coliformes totaux dans 100 ml eau à analyser

30 Coliformes fécaux dans 100 ml eau à analyser

Annexe

Tableau 7: Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les Streptocoques
(Station 1)

Inoculum	Test Présomption	Nombre Caractéristique	Test confirmation		Nombre Caractéristique
			Trouble	Pastille Violet	
Flacon 50 ml Rothe D/C	+	1	+	+	1
5*10 ml Rothe D/C	+	5	+	+	2
	+		+	+	
	+		+	-	
	+		+	-	
	+		+	-	
5*1 ml Rothe S/C	+	4	+	+	2
	+		+	+	
	+		+	-	
	+		+	-	
	-		+	-	

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des Streptocoques fécaux 122 correspond sur la table de NPP à 100 Streptocoques fécaux

100 Streptocoques fécaux dans 100 ml eau à analyser

Annexe

Tableau8: Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les Streptocoques
(Station 2)

Inoculum	Test Présomption	Nombre Caractéristique	Test Confirmation		Nombre Caractéristique
			Trouble	Pastille Violet	
Flacon 50 ml Rothe D/C	+	1	+	+	1
5*10 ml Rothe D/C	+	5	+	+	3
	+		+	+	
	+		+	+	
	+		+	-	
	+		+	-	
5*1 ml Rothe S/C	+	5	+	+	2
	+		+	+	
	+		+	-	
	+		+	-	
	+		+	-	

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des Streptocoques fécaux 132 correspond sur la table de NPP à 120 Streptocoques fécaux

120 Streptocoques fécaux dans 100 ml eau à analyser

Annexe

Tableau 9 : Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les Streptocoques
(Station 3)

Inoculum	Test Présomption	Nombre Caractéristique	Test confirmation		Nombre Caractéristique
			Trouble	Pastille violet	
Flacon 50 ml Rothe D/C	+	1	+	+	1
5*10 ml Rothe D/C	+	5	+	+	3
	+		+	+	
	+		+	+	
	+		+	-	
	+		+	-	
5*1 ml Rothe S/C	+	5	+	+	3
	+		+	+	
	+		+	+	
	+		+	-	
	+		+	-	

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des Streptocoques fécaux 133 correspond sur la table de NPP à 180 Streptocoques fécaux

180 Streptocoques fécaux dans 100 ml eau à analyser

Annexe

Tableau10: Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les Streptocoques
(Station 4)

Inoculum	Test Présomption	Nombre Caractéristique	Test confirmation		Nombre Caractéristique
			Trouble	Pastille violet	
Flacon 50 ml Rothe D/C	+	1	+	+	1
5*10 ml Rothe D/C	+	5	+	+	3
	+		+	+	
	+		+	+	
	+		+	-	
	+		+	-	
5*1 ml Rothe S/C	+	5	+	+	4
	+		+	+	
	+		+	+	
	+		+	+	
	+		+	-	

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des Streptocoques fécaux 134 correspond sur la table de NPP à 210 Streptocoques fécaux

210 Streptocoques fécaux dans 100 ml eau à analyser

Préparation des solutions

1-Solution de nitrate d'argent 0.02N

Nitrate d'argent (AgNO_3) $m=3.40\text{g}$

Eau distillée $V=1000\text{ml}$

2-Solution d'acide sulfurique 0.02N

Acide sulfurique (H_2SO_4) $V=0.54\text{ml}$

Eau distillée $V=1000\text{ml}$

3-Solution méthyle d'orange 1%

Méthyle d'orange $m=1\text{g}$

Eau distillée $V=99\text{ml}$

4-Solution EDTA 0.02N=0.01M

EDTA $m=3.725\text{g}$

Eau distillée $V=1000\text{ml}$

5-Solution phénolphtaléine 0.5%

Phénolphtaléine $m=0.5\text{g}$

Alcool éthylique (éthanol 96%) $V=100\text{ml}$

Eau distillée $V=100\text{ml}$

6-Solution Noir d'eriochrome T (N.E.T) 0.5%

Noir d'eriochrome T (N.E.T) $m=0.5\text{g}$

Alcool éthylique (éthanol 96%) $V=100\text{ml}$

7-Solution NaOH 0.1N

NaOH $m=1.124\text{g}$

Eau distillée $V=275\text{ml}$

8-Solution HCl 0.1N

HCl V=8ml

Eau distillée V=1000ml

9-Solution muruscide 0.5%

Muruscide m=0.5g

Alcool éthylique (éthanol 96%) V=100ml

10- Solution Chromate de potassium

Chromate de potassium K_2CrO_4 m=10g

Eau distillée V= 100ml