

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
UNIVERSITE DE DJILALI BOUNAAMA KHEMIS MILIANA  
جامعة الجيلالي بونعامة بخميس مليانة  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES  
DE LATERRE  
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master**

*Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie*

*Filière : Sciences Biologiques*

*Spécialité : Microbiologie appliquée*

**Thème**

***Contrôle de la qualité physico-chimiques et bactériologiques  
de l'eau du barrage Sidi M'hamed Ben Taiba***

**Réalisé par :**

*M<sup>elle</sup>* Taibouni Maroua

*M<sup>elle</sup>* Laouameria yasmine

*M<sup>elle</sup>* Meziane Kheira

**Devant le jury :**

**Président :** Mr. BADACHE.H MCB, UDBKM

**Examinatrice :** Mme. NABTI.D MCA, UDBKM

**Promoteur :** Mr. AMROUCHE.Z MCA, UDBKM

**Année universitaire 2021/2022**

## REMERCIEMENTS

Qu'il nous soit d'abord permis de remercier et d'exprimer notre gratitude envers Allah, qui nous a donné la patience et le courage pour que nous puissions continuer ce travail.

Nous exprimons nos vifs remerciements à Monsieur **AMROUCHE.Z**, professeur au Département de biologie de l'université de Djillali Bounaama, d'avoir encadré et dirigé ces travaux, et pour la confiance qu'il nous a accordé tout au long de ce mémoire.

Nous remercions aussi **Mme. BOUNEGUAB** pour ses aides précieuses dans la réalisation de ce travail.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury le président **Mr. BADACHE** et comme examinatrice **Mme NABTI**, avoir accepté d'examiner notre mémoire.

Nous s'adressons un remerciement à toute l'équipe du laboratoire d'ADE de Arib pour l'accueil cordial et pour l'attention avec laquelle ils ont soutenu nous travail, qui nous n'aurions pas pu réaliser notre travail sans leur aides.

Finalement merci à toute personne qui de près ou de loin a participé et contribuer à la réalisation de ce travail.

*Khemis Miliana, le 27 mai 2022*

## **Résumé**

Le barrage de Sidi M'Hamed Ben Taïba situé près de la ville d'Arib est utilisé aussi bien pour l'alimentation en eau potable que pour l'irrigation.

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie, au développement et à l'environnement. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine. L'objectif principal de cette présente étude était d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de barrage de Sidi M'hamed Ben Taïba, et cela pour trois échantillons, le premier correspond à l'eau de surface, le deuxième de l'eau de profondeur à 18 m, et le troisième est celui de l'eau traitée durant une période de cinq mois.

Au cours de cette étude des paramètres physico-chimiques (température, pH, conductivité, oxygène dissous, chlorures, alcalinité, dureté, sulfates, matières organiques...etc.) ont été suivis. La qualité bactériologique (coliformes totaux, coliformes fécaux, Escherichia coli streptocoques fécaux et Clostridium sulfite-réducteurs) a été également contrôlée de ces eaux.

Notre étude a révélé que l'eau du barrage de Sidi M'Hamed Ben Taïba était de bonne qualité et acceptable pour la production d'eau potable.

Les résultats d'analyses des paramètres étudiés pour les eaux traitées montrent des valeurs conformes aux normes algériennes. Cela nous a permis de juger que cette eau est potable.

**Mots clés :** Barrage de Sidi M'hamed Ben Taïba, Eau, Qualité physico-chimiques, Qualité bactériologiques.

## الملخص

يقع سد سيدي امحمد بن طيبة بالقرب من مدينة عريب ويستخدم في كل من إمدادات مياه الشرب والري. الماء عنصر طبيعي ضروري للحياة، التنمية والبيئة. ومن الثروات اللازمة لكل نشاط بشري. وكان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم الجودة الفيزيو- كيميائية والبكتريولوجية لمياه سد سيدي محمد بن طيبة، وهذا لثلاث عينات، الأولى مأخوذة من المياه السطحية ، والثانية من المياه على عمق 18 مترًا ، واما الثالثة فهي للمياه المعالجة وهذا لمدة خمسة أشهر. خلال هذه الدراسة ، تم رصد المعلمات الفيزيائية والكيميائية (درجة الحرارة ، ودرجة الحموضة ، والتوصيلية ، والأكسجين المذاب ، والكلوريدات ، والقلوية ، والصلابة ، والكبريتات ، والمواد العضوية ، وما إلى ذلك). كما تم فحص الجودة البكتريولوجية لهذه المياه من خلال (القولونيات الكلية ، القولونيات البرازية ، الإشريكية القولونية ، العقديات البرازية والمطثيات المقلصة للكبريت).

كشفت دراستنا أن مياه سد سيدي محمد بن طيبة هي ذات نوعية جيدة ومقبولة لإنتاج مياه الشرب. وتظهر نتائج تحليلات المتغيرات المدروسة للمياه المعالجة قيمًا تتوافق مع المعايير الجزائرية، وقد مكننا ذلك من الحكم على أن هذه المياه صالحة للشرب.

**الكلمات المفتاحية :** سد سيدي امحمد بن طيبة، الماء، الجودة الفيزيو-كيميائية، الجودة البكتريولوجية.

## **Abstract**

The dam of Sidi M'Hamed Ben Taïba located near the city of Arib. It is used for both drinking water supply and irrigation.

Water is a natural element essential to life, development and the environment. It is necessary to all human activities. The main objective of this study was to assess the physico-chemical quality and bacteriological water from the Sidi M'hamed Ben Taïba dam, and this for three samples, the first corresponds to surface water, the second to water at a depth of 18 m, and the third is that of the water treated for a period of five months.

During this study, physico-chemical parameters (temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen, chlorides, alkalinity, hardness, sulphates, organic matter, etc.) were monitored. The bacteriological quality (total coliforms, faecal coliforms, *Escherichia coli*, faecal streptococci and sulphite-reducing *Clostridium*) was also checked for these waters.

Our study revealed that the water from the Sidi M'Hamed Ben Taïba dam was of good quality and acceptable for the production of drinking water.

The results of analyzes of the parameters studied for the treated water show values that comply with Algerian standards. This has enabled us to judge that this water is drinkable.

**Keywords :** Sidi M'Hamed Ben Taïba Dam, Water, Physico-chemical quality, Bacteriological quality.

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Principales différences entre eaux de surface et eaux souterraines d'une façon générale .....	9
<b>Tableau 2:</b> Les principaux rôles des barrages .....	10
<b>Tableau 3:</b> Classes de turbidité usuelles .....	13
<b>Tableau 4:</b> Classification des eaux selon leurs DHT .....	13
<b>Tableau 5:</b> Classement des eaux en fonction de leur conductivité électrique .....	14
<b>Tableau 6:</b> Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité.....	15
<b>Tableau 7 :</b> Fiche technique du bassin versant .....	24
<b>Tableau 8 :</b> Fiche technique de la retenue .....	24
<b>Tableau 9 :</b> Fiche technique du barrage .....	25
<b>Tableau 10 :</b> Irrigation annuelle du périmètre du barrage SMBT.....	26
<b>Tableau 11 :</b> Les différents points obtenus de prélèvement. ....	32
<b>Tableau 12 :</b> Conservation des prélèvements .....	33
<b>Tableau 13 :</b> Types d'appareillages utilisés pour les différentes analyses. ....	34
<b>Tableau 14 :</b> Résultat de la recherche des germes mésophiles totaux à 37°C. ....	69
<b>Tableau 15 :</b> Résultat de la recherche des germes mésophiles totaux à 22°C. ....	69
<b>Tableau 16 :</b> Résultat de la recherche des coliformes totaux. ....	70
<b>Tableau 17 :</b> Résultat de la recherche des coliformes fécaux. ....	71
<b>Tableau 18 :</b> Résultat de la recherche des streptocoques fécaux. ....	72
<b>Tableau 19 :</b> Résultat de la recherche des ASR .....	73

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> La molécule de l'eau.....	3
<b>Figure 2 :</b> les différents états de l'eau.....	3
<b>Figure 3 :</b> Cycle général de l'eau .....	4
<b>Figure 4 :</b> Répartition des ressources en eau dans le monde .....	6
<b>Figure 5 :</b> Localisation du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba.....	22
<b>Figure 6 :</b> Situation satellitaire du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba.....	23
<b>Figure 7 :</b> Retenue de barrage .....	25
<b>Figure 8 :</b> Coupe type du barrage .....	26
<b>Figure 9 :</b> Schéma représentatif des étapes de traitement de l'eau potable. ....	27
<b>Figure 10 :</b> Carte topographie du bassin Oued Ebda.....	28
<b>Figure 11 :</b> Variation de la température des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	50
<b>Figure 12 :</b> Variation du pH des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	51
<b>Figure 13 :</b> Variation du Conductivité électrique des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	52
<b>Figure 14 :</b> Variation du Turbidité des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	53
<b>Figure 15:</b> Variation du résidu sec des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	53
<b>Figure 16:</b> Variation de l'oxygène dissous des échantillons prélevés durant les cinq mois....	54
<b>Figure 17:</b> Variation du calcium des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	55
<b>Figure 18:</b> Variation du magnésium des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	56
<b>Figure 19:</b> Variation de la dureté des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	57
<b>Figure 20:</b> Variation du sodium des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	58
<b>Figure 21:</b> Variation du potassium des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	59
<b>Figure 22:</b> Variation du chlorure des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	60
<b>Figure 23:</b> Variation du sulfate des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	61
<b>Figure 24:</b> Variation du bicarbonate des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	62
<b>Figure 25:</b> Variation du nitrate des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	63
<b>Figure 26:</b> Variation de l'ammonium des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	64
<b>Figure 27:</b> Variation de la matière organique des échantillons prélevés durant les cinq mois	65
<b>Figure 28:</b> Variation de l'aluminium des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	66
<b>Figure 29:</b> Variation du manganèse des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	67
<b>Figure 30:</b> Variation du fer des échantillons prélevés durant les cinq mois .....	68

## Liste des abréviations

**%** : Pourcentage.

**°C** : Degré Celsius.

**°F** : Degré français.

**ADE** : Algérienne Des Eaux.

**ANBT** : Agence Nationale des Barrages et des Transferts.

**ASR** : Anaérobies Sulfuro-Réducteurs.

**BEA** : Bile Esculine Azide.

**Ca<sup>2+</sup>** : Calcium.

**CaCl<sub>2</sub>** : Chlorure de calcium.

**CaCO<sub>3</sub>** : Carbonate de calcium.

**CaO** : Oxyde de calcium.

**CEE** : Communauté Economique Européenne.

**Cl** : Chlorure.

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone.

**DHT** : Degré Hydrotimétrique Total.

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

**EDTA** : Acide Éthylène Diamintetracétique.

**Fe** : Fer.

**g** : gramme.

**H** : Heure.

**H** : Hydrogène.

**H<sup>+</sup>** : Ions d'hydrogène.

**H<sub>2</sub>S** : Sulfure d'hydrogène.

**Ha** : Hectare.

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Bicarbonate.

**Hm<sup>3</sup>** : Hectomètre Cube.

**ISO** : Organisation internationale de normalisation.

**K<sup>+</sup>** : Potassium.

**KCl** : Chlorure de potassium.

**km<sup>2</sup>** : kilomètre carré.

**km<sup>3</sup>** : kilomètre cube.

**M** : Mètre.

**m<sup>3</sup>** : Mètre cube.

**m<sup>3</sup>/h** : Mètre cube par heure.

**m<sup>3</sup>/s** : mètre cube par seconde.

**MES** : Matières en suspension.

**mg/l** : Milligramme par litre.

**Mg<sup>2+</sup>** : Magnésium.

**ml** : Millilitre.

**mm** : Millimètre.

**Mn<sup>2+</sup>** : Manganèse.

**MΩ·cm** : Méga-ohm par centimètre.

**N** : normalité.

**NA** : Norme Algérienne.

**Na<sup>+</sup>** : Sodium.

**NaCl** : Chlorure de sodium.

**NGA** : Niveau géographique Algérien.

**NH<sub>4</sub>** : Ammonium.

**nm** : Nanomètre.

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrite.

**NTU** : Unité de Turbidité Néphélométrique.

**O<sub>2</sub>** : Oxygène.

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

**ONID** : Office National de l'Irrigation et du Drainage.

**pH** : Potentiel d'hydrogène.

**SMBT** : Sidi M'hamed Ben Taïba.

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : Sulfate.

**TA** : Titre alcalimétrique.

**TAC** : Titre alcalimétrique complet.

**TDS** : Taux de salinité.

**TGEA** : Tryptone Glucose Extract Agar.

**UFC** : Unité formant colonie.

**μS/m** : Micro-siémens par centimètre.

# TABLE DES MATIERES

Résumé	
Liste des tableaux.	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale.....	1
<i>Chapitre I : Aperçu bibliographique</i>	
I.1. Introduction.....	3
I.2. Cycle de l'eau .....	4
I.3. Propriétés physico-chimiques de l'eau.....	4
I.3.1.Masse volumique .....	4
I.3.2.Propriétés oxydo-réductrices .....	5
I.3.3.Conductivité électrique .....	5
I.3.4. Propriété optique.....	5
I.3.5. Solvatation.....	5
I.3.5.Viscosité.....	5
I.4. Ressources des eaux .....	6
I.4.1. Eaux de surface.....	7
I.4.2. Eaux souterraines.....	8
I.4.2.1. Nappes profondes .....	8
I.4.2.2.Nappes phréatiques.....	8
I.4.2.3.Nappes alluvionnaires.....	8
a. Nappes libres.....	8
b. Nappes captives .....	8
I.5. Les barrages .....	10
I.5.1. Définition.....	10
I.5.2. Utilité des barrages : .....	10
I.5.3. Les différents types de barrages .....	11
I.5.3.1. Barrages en béton .....	11
a. Barrage poids : .....	11
b. Barrage voûte :.....	11
c. Barrage à contreforts : .....	11
I.5.3.2. Barrages en remblai.....	11
I.6. Contrôle de l'eau .....	12

I.6.1.Paramètres de qualité .....	12
I.6.1.1.Paramètres organoleptiques .....	12
a. Couleur .....	12
b. Odeur.....	12
c. Goût et saveur .....	12
I.6.1.2.Paramètres physiques .....	12
a. Température .....	12
b. Turbidité .....	13
c. Dureté.....	13
d. Conductivité électrique .....	14
e. Résistivité électrique .....	14
f. Résidu sec .....	14
G.minéralisation globale .....	14
I.6.1.3.Paramètres chimiques .....	15
a-Oxygène dissous .....	15
b- Potentiel d'hydrogène (pH) .....	15
c-L'alcalinité.....	16
d-Cations .....	16
Calcium.....	16
Magnésium.....	16
Sodium et Potassium .....	16
e-Anions .....	17
Chlorures.....	17
Nitrates.....	17
Sulfates .....	17
Bicarbonates.....	17
f- Paramètres relatives à la pollution .....	18
Nitrites .....	18
Phosphates .....	18
Ammonium .....	18
Matières organiques .....	18
g- Paramètres indésirables.....	19
Fer.....	19
Manganèse .....	19

Aluminium .....	19
I.6.1.4. Paramètres bactériologiques .....	19
a- Les coliformes totaux.....	20
b- Les coliformes fécaux .....	20
c- Escherichia coli.....	20
d- Les germes totaux à 22°C et 37°C.....	20
e- Streptocoque fécaux.....	21
f- Les spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs.....	21

## ***Chapitre II : Présentation de la zone d'étude***

II.1. Introduction .....	22
II.2. Localisation du barrage .....	22
II.3. Présentation du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba .....	23
II.4. Fiche technique du barrage Sidi M'hamed Ben Taïba.....	24
II.5. Présentation de la station de traitement.....	27
II.6. Caractéristique du bassin.....	28
II.6.1. Topographie du bassin .....	28
II.6.2. Géologie du bassin.....	28
II.7. Situation climatologique .....	30

## ***Chapitre III : Matériel et méthodes***

III.1. Objectif.....	31
III.2. Description du laboratoire .....	31
III.3. Échantillonnage .....	31
III.4. Mode de prélèvement.....	31
III.5. Transport et conservation des échantillons .....	33
III.6. Analyses et modes opératoires .....	34
III.6.1. Matériels et appareillages d'analyse.....	34
III.6.2. Paramètres analysés.....	35
III.6.2.1. Paramètres physicochimiques .....	35
Température.....	35
Potentiel d'hydrogène (pH).....	36
Conductivité électrique et TDS .....	36
Oxygène dissous .....	36
Turbidité .....	37

Résidu sec.....	37
Calcium et magnésium.....	38
Chlorures .....	39
l'alcalinité (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	40
Sodium et Potassium.....	40
Nitrates.....	41
Nitrites.....	42
Azote ammoniacal .....	42
Phosphates.....	43
Sulfates.....	43
Fer.....	43
Manganèse.....	44
Aluminium .....	45
Matières organiques.....	45
III.6.2.2.Paramètres bactériologiques.....	46
Recherche et dénombrement des germes mésophiles totaux .....	46
Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux .....	47
Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	48
Recherche et dénombrement des spores anaérobies sulfito-réducteurs.....	49

### *Chapitre IV : Résultats et discussion*

IV. Résultats et discussions .....	50
IV.1.Résultats des analyses physico-chimiques .....	50
IV.1.1. Température .....	50
IV.1.2. Potentiel d'Hydrogène (pH).....	51
IV.1.3.Conductivité électrique .....	51
IV.1.4.Turbidité.....	52
IV.1.5.Résidu sec .....	53
IV.1.6.Oxygène dissous.....	54
IV.1.7. Calcium .....	54
IV.1.8. Magnésium.....	55
IV.1.9. Dureté (Titre hydrotimétrique).....	56
IV.1.10.Sodium .....	57
IV.1.11.Potassium .....	58

IV.1.12.Chlorure .....	59
IV.1.13.Sulfate .....	60
IV.1.14.Bicarbonate .....	61
IV.1.15.Nitrate .....	62
IV.1.16.Ammonium .....	63
IV.1.17.Matière organique.....	64
IV.1.18.Aluminium .....	65
IV.1.19.Manganèse.....	66
IV.1.20.Fer total .....	67
IV.1.21.Nitrite .....	68
IV.1.22.Phosphate .....	68
IV.2.Résultats des analyses bactériologiques .....	69
IV.2.1.Flores aérobies mésophiles totaux.....	69
IV.2.2.Coliformes totaux .....	70
IV.2.3. Coliformes fécaux.....	71
IV.2.4.Streptocoques fécaux .....	72
IV.2.5. Clostridium sulfito-réducteurs.....	73
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>74</b>

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

*Introduction*  
*Générale*

## **Introduction générale**

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et dans l'activité humaine. C'est une composante majeure du monde minéral et organique. Elle participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles (GERARD, 1999).

En Algérie, les ressources naturelles en eau sont limitées, l'eau actuelle disponible est généralement celle de surface, Ces eaux peuvent contenir des substances aux propriétés physico-chimiques diverses (sels minéraux, matières en suspension, micropolluants organiques et minéraux) et microbiologiques (bactéries, champignons, virus, parasites, etc.). Certains de ces éléments non seulement permettent de changer la qualité organoleptique de ces eaux, mais posent également un problème de santé publique.

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants. Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés. C'est à cause de cela que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement (GERARD, 1999).

Aujourd'hui, le contrôle et l'amélioration de la qualité de l'eau sont une préoccupation permanente pour la protection de l'environnement et la santé des consommateurs. De nombreuses techniques, permettent d'évaluer la qualité de l'eau des barrages et quantifier les éléments physico-chimique (température, pH, salinité, conductivité, turbidité,...etc), microbiologique et organoleptique. (Benson-Evans et al 2006).

L'objectif de ce travail est de faire suivre de la qualité de l'eau de barrage Sidi M'hamed Ben Taïba et de l'eau traitée par des analyses physico-chimiques, et bactériologique dans différente période et de voir l'influence sur la qualité de ces différents types d'eau, à savoir : l'eau brute et traitée.

La présente étude est structurée en quatre chapitres :

- Le premier chapitre est un rappelle sur l'eau d'une façon générale, avec ses caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques.
- Le deuxième chapitre regroupe la présentation générale de la zone d'étude.

- Le troisième chapitre expose le matériel et méthodes utilisés pour évaluer la qualité physico chimique et bactériologique des eaux échantillonnées.
- Le quatrième chapitre est consacré aux résultats obtenus et leurs interprétations.

Enfin, une conclusion générale a été mise à la fin du mémoire pour récapituler l'ensemble de nos résultats.

*Chapitre I:*  
*Aperçu*  
*bibliographique*

## I.1. Introduction

L'eau ou l'or bleu est un élément très répandu à la surface du globe terrestre, l'emploi du mot « or » souligne le côté de grande valeur de la richesse évoquée, c'est le seul matériau qui reste l'unique, le plus précieux et que la vie ne peut plus continuer sans lui.

L'eau est la seule substance qui se trouve communément dans la nature en tant que solide liquide et vapeur. La molécule d'eau contient deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène qui sont retenus ensemble par liaisons covalentes. Et c'est la liaison covalente qui retient ensemble également les molécules d'eau (figure 1). La distribution des électrons dans  $H_2$  et  $O_2$  détermine la forme de la molécule et sa structure électronique.

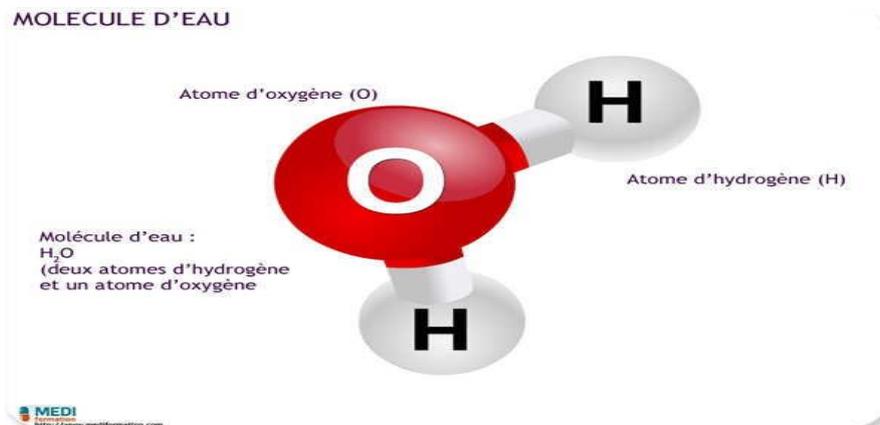


Figure 1 : La molécule de l'eau.

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 (BERTRAND. G 2008).

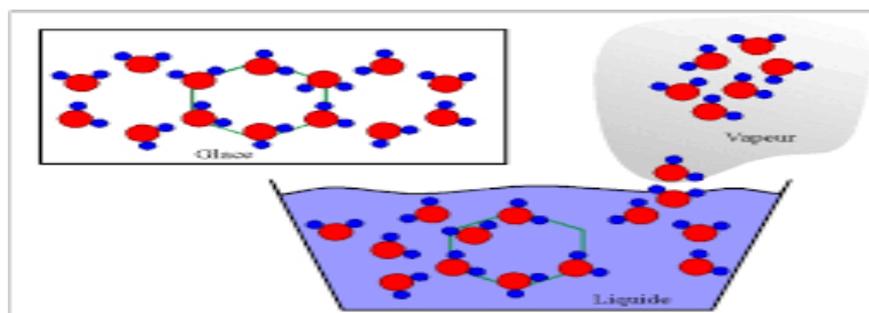


Figure 2 : les différents états de l'eau (SIGG.L et al 2000)

## I.2. Cycle de l'eau

L'eau parcourt un cycle éternel. L'évaporation des fleuves, des lacs et des mers sous l'action de soleil provoque la formation dans la haute atmosphère, de nuages qui par condensation se transforment en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface du sol et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Une partie des eaux d'infiltration est reprise par la végétation qu'elle alimente avant d'être rejetée dans l'atmosphère c'est l'évapotranspiration. L'autre partie s'accumule dans le sous-sol pour former des nappes souterraines qui, à leur tour peuvent former des sources émergentes à la surface du sol (Sokona 2002).

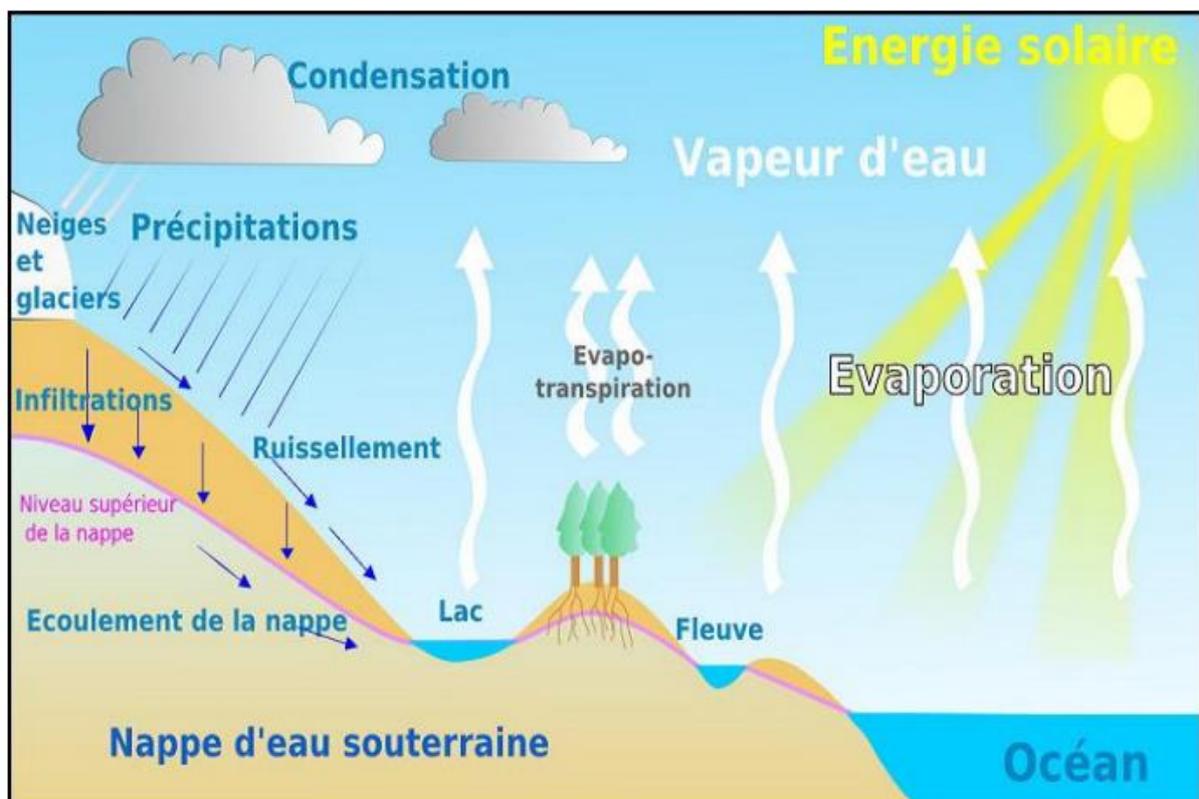


Figure 3 : Cycle général de l'eau (Sari 2014).

## I.3. Propriétés physico-chimiques de l'eau

### I.3.1. Masse volumique

La masse volumique varie avec la température et la pression, la masse volumique de la glace est plus faible que celle de l'eau. La densité maximale de l'eau est obtenue pour une température de 3,984 C° (Musy et Higy, 2004). Ainsi, l'eau est considérée comme un fluide incompressible. Mais, en fait, c'est un fluide légèrement élastique : son volume décroît

d'environ 0,048% chaque fois que la pression augmente d'une atmosphère (Degremont, 2005).

### **I.3.2. Propriétés oxydo-réductrices**

L'eau constitue un système oxydo-réducteur particulièrement important à considérer puisque son domaine de stabilité sera limité par ses réactions d'oxydation et de réduction (Nordmann et al 2000). Le pôle positif représente un déficit en électron, c'est un agent oxydant. Le pôle négatif est caractérisé par un excès d'électron c'est un agent réducteur qui pourra céder des électrons (Durend 2001).

### **I.3.3. Conductivité électrique**

L'eau est légèrement conductrice. La conductivité de l'eau la plus pure que l'on ait obtenue est de 4,2  $\mu\text{S/m}$  à 20°C (correspondant à une résistivité de 23,8  $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ ). Elle augmente lorsque des sels sont dissous dans l'eau et elle varie en fonction de la température (Degremont, 2005).

### **I.3.4. Propriété optique**

La transparence de l'eau dépend de longueur d'onde de la lumière qui la traverse. L'eau absorbe fortement l'orangé et le rouge dans le visible, d'où la couleur bleue de la lumière transmise en couche épaisse, cette transparence est souvent utilisée pour apprécier certaines formes de pollution (Degremont, 2005).

### **I.3.5. Solvatation**

La solvatation (l'action hydratante de l'eau) est le résultat d'une destruction complète ou partielle des divers liens électrostatiques entre les atomes et les molécules du corps à dissoudre, pour les remplacer par de nouveaux liens avec les molécules d'eau, et forger ainsi de nouvelles structures (Boeglin, 2001).

Les propriétés électriques de l'eau et sa constitution moléculaire, particulièrement apte à la mise en solution de nombreux corps gazeux, liquides polaires, et surtout solides. Ces propriétés combinées rendent l'eau un solvant puissant pour les composés polaires et ioniques (Degremont 1989).

### **I.3.5. Viscosité**

Définie comme la résistance au mouvement de l'eau, due aux frottements réciproques des molécules.

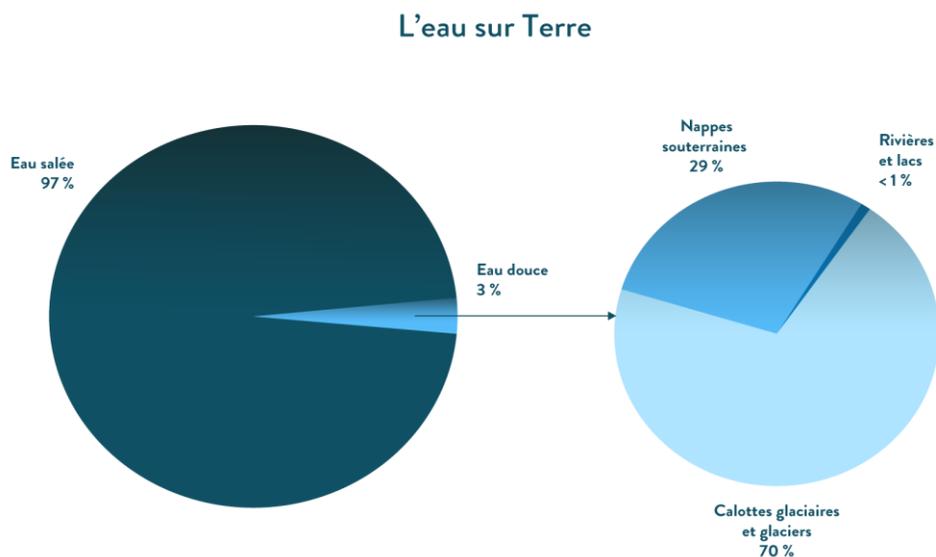
La viscosité de l'eau diminue lorsque la température croît ; par contre elle augmente avec la teneur en sels dissous (LOUAFI 2013).

#### I.4. Ressources des eaux :

Les réserves disponibles en eau naturelle sont constituées d'eaux souterraines (nappe souterraine,...) des eaux terrestres (barrages, lacs, rivières,...), et en eaux de mer. Les ressources mondiales en eau exprimées en millions de mètres cubes sont estimées à : 1 350 pour les eaux salées, 33,6 pour les eaux douces et 74,4 en neige et glace (JEAN-CLAUDE.B 1983).

Le total des ressources : 2.109 km<sup>3</sup> dont 97% en Mer et Océans, Donc reste 3% qui se trouvent ailleurs et qui est de l'eau principalement non salée. Dans ces 3% il y a :

- ❖ 18 % d'eaux profondes inexploitable.
- ❖ 77 % de glaces.
- ❖ 5 % autres constitué :
  - 3.5 % dans les êtres vivants
  - 1 % dans les rivières
  - 5.5 % dans l'atmosphère
  - 20 % eaux souterraines superficielles
  - 30 % lacs salés
  - 40 % lacs eaux douces (PAPA.M 2005).



**Figure 4** : Répartition des ressources en eau dans le monde

### **I.4.1. Eaux de surface**

Elles sont constituées par toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine les eaux de ruissellement ou les nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau puis de rivière (JEAN-CLAUDE. B 1983).

Ces eaux se rassemblent en cours d'eau caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs, lacs) ou artificielles (retenues, barrages) caractérisées par une surface d'échanges eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour souvent élevé (GUILBERT. L 2000).

Il s'agit d'une ressource facilement accessible mais malheureusement fragile et vulnérable, la pollution la rendant souvent impropre à l'utilisation en l'absence d'un traitement préalable (Morette1964).

On appelle bassin versant ou bassin hydrologique une zone de relief dont les eaux de ruissellement de surface s'écoulent et se rassemblent vers un exutoire unique. Il est déterminé par la configuration géographique et délimité par une ligne de crête et de partage des eaux.

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants ou hydrologiques. Au cours de son cheminement, l'eau dissout et se charge des différents éléments constitutifs des terrains. Par échange à la surface eau-atmosphère, l'eau va se charger en gaz dissous (oxygène, gaz carbonique, azote) (GUILBERT. L 2000).

Ce qui caractérise les eaux superficielles ce sont :

Les variations saisonnières (car climatiques) et à degré moindre, journalières des paramètres physiques : température, turbidité et coloration. Les concentrations en matières solides finement dispersées ou à l'état colloïdal peuvent être importantes, tout en étant aléatoires, suite à des pluies soudaines, des orages et des pollutions accidentelles.

Le développement plus ou moins important de phytoplancton (algues), de zooplancton et dans certaines conditions, d'une vie aquatique intense (JEAN-CLAUDE. B 1983).

La présence fréquente de matières organiques d'origine naturelle provenant de la décomposition des organismes végétaux ou animaux après leur mort (JEAN-CLAUDE. B 1983).

La fragilité de la ressource, très vulnérable à la pollution urbaine, industrielle et agricole. On y rencontre par suite très souvent une micropollution minérale (métaux lourds, sulfures) ou organique (hydrocarbures, phénols, solvants, pesticides, herbicides, etc.) pouvant avoir un

caractère toxique ainsi que des substances azotées et phosphatées à l'origine des phénomènes d'eutrophisation (GUILBERT. L 2000).

Sur le plan bactériologique, ces eaux de surface sont contaminées plus ou moins par des bactéries (dont certaines pathogènes) et des virus. D'une manière générale, on doit considérer que les eaux de surface sont très rarement utilisables pour les besoins industriels et, a fortiori, pour la production d'eau potable à l'état brut, elles doivent être soumises à des traitements de purification qui dans certains cas peuvent être particulièrement sophistiqués (BERNE. F et al 1991).

#### **I.4.2. Eaux souterraines**

Les eaux souterraines constituent 20% des réserves d'eaux soit environ 1000 millions de m<sup>3</sup>, leur origine est due l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique, elles se réunissent en nappes. Elles restent jusqu'à présent les meilleures ressources en eau potable (Margat, 1992).

Il existe plusieurs types :

##### **I.4.2.1. Nappes profondes**

Peuvent fournir des eaux naturellement peines utilisables à leur émergence naturelle (source) soit par forage ou par puits, sous réserves que soient protégés contre les infiltrations superficielles (JEAN-CLAUDE. B 1983).

##### **I.4.2.2.Nappes phréatiques**

Couramment exploitées en milieu rural par les puits, Malheureusement l'infiltration est importante et la nappe est souvent contaminée (JEAN-CLAUDE. B 1983).

##### **I.4.2.3.Nappes alluvionnaires**

Se sont des eaux qui circulent dans les alluvions des grands Oueds qui peuvent alimenter en eau les nappes phréatiques situées au niveau des berges des Oueds. Mais il y a possibilité de contamination par les infiltrations superficielles (Margat, 1992).

Les nappes d'eau souterraines peuvent se présenter en deux types, qui sont :

##### **a. Nappes libres**

Elles sont directement alimentées par infiltration des eaux de ruissellement, donc elle très sensible à la pollution de surface (MOKEDDEM. K et al 2005).

##### **b. Nappes captives**

Elles sont séparées de la surface du sol par une couche imperméable. Elles ne sont pas alimentées directement par le sol. Par conséquent elles ne sont pas sensibles aux pollutions de surface (MOKEDDEM. K et al 2005).

**Tableau 1** : Principales différences entre eaux de surface et eaux souterraines d'une façon générale (Degrement, 2005).

Paramètres et Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
<b>Température</b>	Variable suivant saisons	Relativement constante
<b>Turbidité/MES</b>	Variable et parfois élevée	Faible ou nulle sauf en terrain karstique
<b>Couleur</b>	dépend essentiellement des mes, des acides humiques, tannins, etc. et des algues	liés aux matières en solution (acides humiques) ou à des précipitations (Fe ,Mn)
<b>Gouts et odeurs</b>	Fréquents	Rares (sauf dus au H <sub>2</sub> S)
<b>Minéralisation globale /salinité</b>	Variable (précipitations, nature des terrains traversés, etc.)	généralement plus élevée que celle mesurée dans les eaux de surface sur le même territoire
<b>Fe et Mn (dissous)</b>	Généralement absents	présents
<b>CO<sub>2</sub> agressif</b>	Généralement absent	souvent présent en grande quantité
<b>O<sub>2</sub> dissous</b>	Variable (souvent proche de la saturation, absent pour les eaux très polluées)	Absent
<b>H<sub>2</sub>S</b>	Absent	Présent
<b>NH<sub>4</sub></b>	Présent dans les eaux polluées	Présent fréquemment sans être systématiquement un indice de pollution bactérienne
<b>Nitrates</b>	Variable (normalement absent, parfois en quantité dans les zones d'excédent azoté)	Teneur parfois élevée
<b>Silice</b>	Teneur en général modérée	Teneur élevée
<b>Micropolluants minéraux et organique</b>	Présents dans les eaux proches de régions industrialisées	Absents sauf suite d'une pollution accidentelle
<b>Solvants chlorés</b>	Généralement absents	Présents en cas de pollution de la nappe
<b>Eléments vivants</b>	Virus, bactéries, algues, protistes, présence des organismes pathogènes toujours possible	Bactéries sulfito-réductrices et ferrobactéries
<b>Caractère eutrophe</b>	Possible, si les eaux sont chaudes	Jamais

## I.5. Les barrages

### I.5.1. Définition

Un barrage est un ouvrage artificiel retenant de l'eau. Il peut être installé sur un cours d'eau pour en bloquer les écoulements et élever le niveau d'eau en amont de l'ouvrage, ou de manière à fermer une cuvette naturelle dans le but de retenir les eaux de pluie et de ruissellement. Les barrages peuvent être constitués de matériaux durs (autrefois en maçonnerie, aujourd'hui en béton), ou en matériaux meubles (terre, enrochements) (Delliou, 2003).

### I.5.2. Utilité des barrages :

Les barrages jouent deux rôles principaux celui d'une part de stocker les apports d'eau afin de répondre aux besoins vitaux et économiques des populations (eau potable, irrigation, fourniture d'énergie, navigation), et celui d'autre part, de protection contre des effets destructeurs de l'eau (maîtrise des crues, rétention de sédiments, protection contre les avalanches). D'autres fonctions assurées par les barrages sont présentées dans le tableau 2.

**Tableau 2 :** Les principaux rôles des barrages (Anton et al, 2011).

Eau élément vital Stockage de l'eau	Eau élément destructeur Ouvrages de protection
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production d'énergie électrique</li> <li>• Approvisionnement en eau potable et industrielle, protection incendie</li> <li>• Irrigation</li> <li>• Pêche, pisciculture (élément économique essentiel dans certain pays)</li> <li>• Soutien d'étiage (garantie d'un débit minimal)</li> <li>• Navigation fluviale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bassin de rétention contre les crues (inondation, érosion)</li> <li>• Digue de protection contre les crues</li> <li>• Bassin de rétention de sédiments charriés</li> <li>• Ouvrage de protection contre les avalanches</li> <li>• Régulation des lacs</li> <li>• Rétention des glaces en pays nordiques</li> </ul>

### **I.5.3. Les différents types de barrages**

La géologie (nature des roches sur lesquelles sera édifié le barrage, les matériaux disponibles sur le site) et la topographie (largeur de la vallée), déterminent le type de barrage à projeter.

Selon la nature du matériau de construction utilisée, on classe les barrages selon deux grandes catégories (Anton et *al*, 2011) :

- ✓ Les barrages en béton
- ✓ Les barrages en remblai

#### **I.5.3.1. Barrages en béton**

Les barrages en béton se partagent en trois groupes :

##### **a. Barrage poids :**

Comme son nom l'indique, résiste à la poussée de l'eau par son propre poids (Anton et *al*, 2011).

##### **b. Barrage voûte :**

Le barrage est constitué d'un mur en béton arqué. La poussée de l'eau est reportée sur les flancs de la vallée (Anton et *al*, 2011).

##### **c. Barrage à contreforts :**

Résiste à la poussée de l'eau par son poids propre, mais un certain nombre de dispositions permettent de diminuer le volume de béton par rapport au barrage poids. Ces contreforts doivent être de qualité permettant des sollicitations élevées, ce sont des éléments stabilisateurs de l'ouvrage (Anton et *al*, 2011).

#### **I.5.3.2. Barrages en remblai**

Il s'agit d'ouvrages de grand volume dont la construction a été rendue possible par l'emploi des engins modernes de terrassement et de manutention. On choisit ce type d'ouvrage lorsque la vallée est trop large et lorsqu'on trouve les matériaux sur place ou à faible distance. Ce type de barrage constitué de terre ou d'enrochements comporte généralement un noyau central d'argile qui assure l'étanchéité (Cherif et *al*, 2013).

On distingue deux catégories de barrage en remblai :

- Les barrages en terre, réalisé à partir de sols naturels meubles prélevés à proximité du site de l'ouvrage.
- Les barrages en enrochement, dont la majeure partie est constituée de matériau de carrières concassé.

## **I.6. Contrôle de l'eau**

D'une façon générale il faut savoir que l'eau est un solvant naturel. Une eau peut être sulfureuse, ferreuse ou calcaire, ce qui change son goût et son odeur. Elle peut aussi être polluée par des résidus industriels, des pesticides ou des fertilisants. Dans ce cas, L'étude de l'eau a pour objet de déterminer ses possibilités d'utilisation d'où elle comporte une analyse physico-chimique et un examen microbiologique (MEKHLOUFI et al, 2017).

### **I.6.1.Paramètres de qualité**

#### **I.6.1.1.Paramètres organoleptiques**

##### **a. 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 (Rodier et al, 2005).

##### **b. Odeur**

Le test de l'odeur ne constitue pas une mesure mais une appréciation et celle-ci a donc un caractère personnel.

L'eau potable doit être sans odeur, non seulement au moment du prélèvement, mais encore après une période de 10 jours en vase clos à la température de 26°C. Les odeurs proviennent soit des produits chimiques, soit de matières organiques en décomposition, soit de protozoaires, soit d'organismes aquatiques (Rodier et al ,2005).

##### **c. Goût et saveur**

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque 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 (Rodier et al ,2005).

#### **I.6.1.2.Paramètres physiques**

##### **a. Température**

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond (Rodier et al, 2005).

Selon leurs températures, les eaux naturelles sont classées comme suit : hypothermies, hyperthermies (MOKEDDEM. K et al 2005).

### b. Turbidité

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée sur la teneur en matière en suspension. Les eaux troubles sont chargées de substances finement divisées (grains de silice, matière organique, limons...), elles forment parfois d'importants dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs (Degrémont ,2005).

Il est recommandé d'effectuer la mesure de la turbidité aussi rapidement que possible après prélèvement ; sinon l'échantillon doit être conservé à l'obscurité pour une durée maximale de 24 h, toute conservation prolongée peut provoquer des modifications irréversibles de la turbidité. La turbidité se mesure en unité néphelométrique (NTU) (Ghazali et al, 2013).

Pour la sécurité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU.

**Tableau 3 :** Classes de turbidité usuelles (Joel, 2003).

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

### c. Dureté

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques calcium, magnésium, aluminium, fer, strontium etc. présents dans l'eau, les deux premiers cations ( $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ ) étant généralement les plus abondants. Comme le calcium est un des ions les plus abondants, il devient donc un bon indicateur de la dureté de l'eau (GUILBERT. L 2000).

**Tableau 4 :** Classification des eaux selon leurs DHT (TOUHARI 2015).

DHT (°F)	0 à 07	07 à 14	14 à 22	22 à 32	32 à 54	> 54
Dureté de l'eau	Très Douce	Douce	Modérément douce	Assez Dure	Dure	Très dure
Usage Domestique	Bonne Potabilité		Potabilité passable		Potabilité médiocre à mauvaise	

#### d. Conductivité électrique

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface, séparées l'une de l'autre de 1 cm, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi, plus l'eau contient des ions comme le calcium (Ca<sup>2+</sup>), le magnésium (Mg<sup>2+</sup>), le sodium (Na<sup>+</sup>), le potassium (K<sup>+</sup>), le bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), le sulfate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) et le chlorure (Cl<sup>-</sup>), plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée (HADE. A 2002).

**Tableau 5:** Classement des eaux en fonction de leur conductivité électrique (OMS, 1984).

Classe d'eau	Conductivité électriques $\mu\text{S/cm}$
Eau excellente	50-400
Eau bonne	400-750
Eau moyenne	750-1500
Eau à minéralisation élevée	>1500

#### e. Résistivité électrique

La résistivité est l'inverse de la conductivité et permet de mesurer la minéralisation globale de l'eau (COINL. M 1981).

#### f. Résidu sec

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 (BERNE. F et al 1991).

#### G. minéralisation globale

La minéralisation traduit la teneur globale en sels minéraux dissous, tels que carbonates, bicarbonates, chlorures, sulfates, calcium, sodium, potassium, magnésium.

Une minéralisation excessive donne un goût salé et peut avoir des effets laxatifs.

La minéralisation des nappes d'eau souterraine dépend tout d'abord des roches traversées. Il y a bien sûr des variations saisonnières et d'une année sur l'autre.

Les eaux souterraines profondes ont une minéralisation plus stable dans le temps et plus importante que les eaux peu profondes (BONNIN. J 1982).

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité (Tableau 6).

**Tableau 6** : Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité (Rodier et al, 2005).

Conductivité ( $\mu\text{S/cm}$ )	Minéralisation
Conductivité < 50	1,365079 * Conductivité à 20°C
50 < Conductivité < 166	0,947658 * Conductivité à 20°C
166 < Conductivité < 333	0,769574 * Conductivité à 20°C
333 < Conductivité < 833	0,71592 * Conductivité à 20°C
833 < Conductivité < 10000	0,458544 * Conductivité à 20°C
Conductivité > 10000	0,850432 * Conductivité à 20°C

### I.6.1.3. Paramètres chimiques

La qualité chimique de l'eau est l'ensemble des caractéristiques générales de l'eau et des concentrations de minéraux dissous dans l'eau. Elle dépend des types de matériaux présents dans le sol et du temps de contact de l'eau avec ces matériaux. Le terme technique qui désigne les éléments à analyser est « paramètres » (CATHERINE 2009).

#### a-Oxygène dissous

L'oxygène dissous dans les eaux de surface, provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques.

La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière. Cette concentration en oxygène dissous est également fonction de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau (Squilbin et al 2005).

#### b- Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH ou le potentiel d'hydrogène est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène ( $\text{H}^+$ ), il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique (ABDESSELEM 1999). Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons (Rodier 2009).

### **c-L'alcalinité**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes.

En chimie des eaux ont défini deux titres alcalimétriques :

-Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustiques.

-Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates (Rodier et al ,2005).

### **d-Cations**

#### ➤ **Calcium**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous formes de carbonates.

Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure...etc.

Les eaux potables de bonne qualité renferment de 100 à 140 mg/l de calcium soit 150 à 200 mg en CaO ou 250 à 350 mg en CaCO<sub>3</sub>, les eaux qui dépassent les 500 mg/l présente de sérieux inconvénient pour les usages domestique et pour l'alimentation des chaudières (RODIER et al 2005).

#### ➤ **Magnésium**

Le magnésium est un des éléments les plus rependus dans la nature. Il constitue environs 2.1% de l'écorce terrestre. Il est un élément indispensable pour la croissance. Il intervient comme élément plastique dans l'os et comme élément dynamique dans les systèmes enzymatique et hormonaux. Le magnésium constitue un élément significatif de dureté de l'eau (Rodier 2009). La dureté magnésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne un goût amer à l'eau (Kettab 1992).

#### ➤ **Sodium et Potassium**

Le sodium est un élément dont la concentration dans l'eau varie d'une région à une autre. Pour les doses admissibles de sodium dans l'eau. Il faut qu'il ne dépasse pas 200 mg/l. cependant les eaux trop chargées en sodium devienne saumâtre et prennent un goût désagréable (TARDAT 1992).

Le potassium est un métal alcalin, étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau (MARCIER 2000). La teneur en potassium dans les eaux naturelles est de l'ordre de 10 à 15 mg/l. A cette concentration, le potassium ne présente pas d'inconvénients pour la santé des individus (RODIER 2009).

## **e-Anions**

### ➤ **Chlorures**

Très répandus dans la nature, généralement sous forme de NaCl, KCl ou CaCl<sub>2</sub>, les chlorures constituent 0.05% de la lithosphère (Rejsek 2002). Sont fréquents dans les réserves d'eaux douces à un taux de 10 mg/l à 100 mg/l. Une forte teneur en chlorures peut indiquer une pollution par des eaux usées (Nalco 1983).

Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (Rodier et al 2005).

### ➤ **Nitrates**

Les nitrates constituent les stades finals de l'oxydation de l'azote et ils se trouvent naturellement dans le sol, les eaux de surface ainsi que dans les eaux souterraines (Rejsek 2002). Les nitrates constituent un excellent traceur de la qualité des eaux.

Les valeurs limitent des nitrates dans l'eau, varient de 25 mg/l (CEE) à 50 mg/l (OMS) et (NA) (BOUZIANI 2000).

### ➤ **Sulfates**

Elles sont rencontrées sous forme de sulfates de magnésium et sous forme calcique dans les eaux dures. A fortes concentrations, ils peuvent provoquer des troubles gastro-intestinaux (en particulier chez les enfants). Ils peuvent aussi conférer à l'eau un goût désagréable (TARDAT 1992).

Les normes Algériennes préconisent pour les sulfates une concentration maximale acceptable de 200 mg/l (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) et une concentration maximale admissible de 400 mg/l (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) (PAUL 1998).

### ➤ **Bicarbonates**

L'ion Bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du CO<sub>2</sub> à partir des

minéraux contenant des carbonates. La teneur en bicarbonates dans l'eau dépend des terrains traversés (Rodier et al 2005).

#### **f- Paramètres relatives à la pollution**

##### ➤ **Nitrites**

Les nitrites  $\text{NO}_2^-$  constituent une étape importante dans la métabolisation des composants azotés. Ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. Est un signe très fort de la pollution des eaux pour des concentrations limites de 0,1 mg/l (Rejsek, 2000).

##### ➤ **Phosphates**

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières. S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes (Rodier et al 2005).

Concentration maximale admissible de phosphate en eau potable est 0.5 mg/l (TARDAT 1992).

##### ➤ **Ammonium**

L'ammonium n'a pas d'effet appréciable sur la santé du consommateur mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution dans les eaux profondes, sa présence peut également être due aux conditions réductrices régnant dans une nappe, il doit être éliminé dans les eaux de consommation car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution (DESJARDINS, 1997).

##### ➤ **Matières organiques**

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourra être augmentés par la chloration (BERNE. F et al 1991).

Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu acide et en milieu alcalin. Les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieur à 1 mg/l (BERNE. F et al 1991).

Selon la classification de « Rodier » :

- Une eau est très pure pour des valeurs inférieures à 1mg/l.
- Une eau est dite potable pour des valeurs comprises entre 1 et 2mg/l.
- Une eau est suspecte pour des valeurs comprises entre 2 et 4mg/l.
- Une eau est mauvaise pour des valeurs supérieures à 4mg/l.

#### **g- Paramètres indésirables**

##### **➤ Fer**

Les eaux de surfaces peuvent contenir jusqu'à 0.3 mg/l de fer qui peut avoir pour origine des terrains traversés ou les pollutions industrielles, dans les eaux de distribution, il provient plus souvent de la corrosion des conduites d'amenés. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Il précipite à la suite du départ de l'anhydride carbonique et par oxydation à l'air. à des teneurs très importantes de fer, il influe sur la qualité organoleptique de l'eau (mauvais goût, couleur et saveur) (RODIER 2009).

##### **➤ Manganèse**

C'est un métal qui peut provoquer une coloration et il est à l'origine de dépôts dans les réseaux. Par ailleurs il affecte les paramètres organoleptiques de l'eau comme d'autres métaux cuivre, aluminium, zinc. Dans les eaux de surface, le manganèse se trouve en général à l'état oxydé et précipité ; il est donc éliminé par traitements classiques de clarification (Degremont, 2005).

##### **➤ Aluminium**

L'aluminium est élaboré à l'état métallique à partir de la bauxite par traitement électrolytique. Métal blanc et brillant, il ne s'altère pas à l'air en raison de la formation d'une couche protectrice d'alumine. Des sels d'aluminium sont couramment ajoutés comme coagulants pendant le traitement de l'eau pour éliminer la turbidité, la matière organique et les microorganismes (RODIER et al 2005).

#### **I.6.1.4. Paramètres bactériologiques**

L'objectif de l'examen microbiologique de l'eau est de fournir des informations quant à la potabilité, c'est à dire sans risque d'ingestion de micro-organismes qui causent des maladies, provenant généralement d'une contamination par des matières fécales humaines ou d'autres animaux à sang chaud.

L'eau potable ne doit pas contenir de micro-organismes pathogènes et doit être libre de bactéries indicatrices de contamination fécale. Comme les indicateurs de contamination fécale, les bactéries du groupe coliformes sont choisies comme bactéries de référence. Le principal représentant de ce groupe de bactéries est appelé *Escherichia coli* (RODIER 2009).

#### **a- Les coliformes totaux**

Le terme coliforme correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatifs, oxydase négatifs et facultativement anaérobies. Appartenant à la famille des Enterobacteriaceae. Ils sont capable de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface qui possède des activités inhibitrices de croissance similaires, et capable de fermenter le lactose et le mannitol avec production d'acide et d'aldéhyde en 24 à 48 heures à des températures de 35 à 37°C (RODIER et al 2005).

#### **b- Les coliformes fécaux**

Le terme de coliformes fécaux ou "coliformes thermo-tolérants" correspond à des bactéries d'origine fécale qu'on retrouve dans le tube digestif des humains et des animaux. Présentent les mêmes propriétés que les coliformes totaux mais ils se développent à 44°C. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom d'*Escherichia Coli* d'origine exclusivement fécale, bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacter freundii*, *Entérobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*...) (BONNEFOY et al 2002).

#### **c- Escherichia coli**

*E. coli* est le principal indicateur utilisé dans l'analyse de qualité de l'eau, depuis plus de 50 ans.

Il s'agit bactéries coliformes qui sont capable de produire de l'indole à partir du tryptophane à 44°C. Ils possèdent également l'enzyme  $\beta$ -glucuronidase, réagissent positivement à l'essai au rouge de méthyle et peuvent décarboxyler l'acide glutamique.

La présence d'*E. Coli* dans un échantillon d'eau de boisson représente une préoccupation immédiate pour la santé publique (Rejesk., 2002).

#### **d- Les germes totaux à 22°C et 37°C**

Toute bactérie aérobie, levure et moisissure, capable de former des colonies dans un milieu de culture nutritif gélosé.

Permet les bactéries cultivant dans les conditions de la norme, en peut distinguer deux catégories différentes sur le plan de l'hygiène :

- Les microorganismes se développant à 22°C qui sont des saprophytes présentes naturellement dans l'eau.
- Les microorganismes se développant à 37°C, température d'un corps humaine, qui proviennent de l'homme ou d'animaux à sang chaud.

Même s'il ne s'agit pas forcément de germes pathogènes, ils peuvent montrer une contamination de l'eau analysée par des produits animaux, en particulier les matières fécales (Rejesk., 2002).

### **e-Streptocoque fécaux**

Les Streptocoques fécaux sont des témoins de contamination fécale sensible, spécifiques et assez résistants (Gaujous, 1995). Il s'agit de cocci à Gram positif, de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chainettes plus ou moins longues, non sporulées, aéro-anaerobies facultatifs, catalase négatif, oxydase négatif, homo-fermentaire.

Ce sont des pathogènes opportunistes causant des septicémies, infections urinaires (BONNEFOY et al 2002).

### **f-Les spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs**

Des microorganismes anaérobies stricts formant des spores et sulfito-réducteurs, appartenant à la famille des Bacillacées et au genre Clostridium, sont largement répandus dans l'environnement.

Elles sont présentes dans les matières fécales humaines et animales, ainsi que dans les eaux usées et le sol. À la différence des *Escherichia coli* et d'autres organismes coliformes, les spores survivent dans l'eau pendant long temps, car elles sont plus résistantes que les formes végétatives à l'action des facteurs chimiques et physiques. Elles peuvent ainsi fournir des indications sur une pollution ancienne ou intermittente. Elles peuvent même être résistantes à la chloration dans les proportions habituellement utilisées pour le traitement des eaux (ISO 6461/1-1986).

*Chapitre II :*  
*Présentation de la*  
*zone d'étude*

## II.1. Introduction

La bonne connaissance des conditions climatiques de la zone d'étude joue un rôle majeur dans la compréhension de l'évolution des éléments chimiques, la protection et la résolution des problèmes de pollution au niveau de la nappe. Dans ce chapitre nous allons s'intéresser à la description du barrage Sidi M'hamed Ben Taïba, à l'étude de son bassin versant et le climat (Touhari, 2015).

## II.2. Localisation du barrage

Le barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba est situé dans la région d'Ain Defla, à environ 15 Km au Nord-ouest de la région d'Ain Defla. Le site de barrage de SMBT se trouve sur l'oued Ebda immédiatement au sud de la confluence de deux oueds situés au nord : oued Ferhat et oued El-Had qui partent dans le bassin versant et s'entendent jusqu'aux montagnes de Djebel Boumaàd et Djebel Zaccar Gharbi.



**Figure 5** : Localisation du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba (Google earth, 2022)

Le site du barrage est repéré par les coordonnées Lambert suivantes :

X=439603 m

Y=335559 m

Z=270,00 m

Le barrage SMTB est implanté dans une région à vocation agricole, dont l'habitation se situe en dehors de la cuvette de barrage, la construction du barrage permet de mobiliser un volume de 75 Million m<sup>3</sup>, le but d'aménagement est essentiellement la régularisation des apports de l'oued Ebda, en vue de satisfaire les besoins pour l'irrigation du périmètre de El Amra- Abadia, dont la superficie est de 8500 hectares, ainsi que le renforcement de l'alimentation en eau potable des localités de Ain Defla, Khemis Miliana, Sidi Lakhdar, Arib, Mekhatria et El Amra (ANBT 2022).

### II.3. Présentation du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba

Cette morphologie est présentée par l'étude successive des caractéristiques de forme et de relief (Mesarat, 2009).

Les différences très grandes dans les perméabilités des alluvions présentes sur les zones d'emprunt d'oued el Had et oued Ebda ont dicté de mettre en place les alluvions les plus perméable (oued Ebda) dans la recharge amont et celles, moins perméable (Oued el Had) dans la recharge aval.



**Figure 6 :** Situation satellitaire du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba (Google earth, 2022)

Les qualités médiocres des terrains de fondation et la séismicité élevée de la région ont rendu nécessaire le recours à une structure massive, de faible hauteur immergée, en mesure de supporter sans dommages les effets du séisme de projet.

La morphologie de la rive gauche ne permet pas l'implantation d'un seuil déversant frontal de dimensions suffisantes pour permettre le passage du débit de la crue de projet. Le choix a donc été fait de réaliser un seuil latéral courbe, de longueur développée égale à 100 m.

Les paramètres morpho-métrique jouent un rôle prépondérant dans la répartition des eaux à l'échelle d'un bassin versant (Mesarat, 2009).

#### II.4. Fiche technique du barrage Sidi M'hamed Ben Taïba

Les caractéristiques du barrage de Sidi M'hamed Ben Taïba et celles de son bassin versant et son retenue sont présentées comme suit dans les tableaux suivants (ONID 2022 ; ADE 2022 ; ANBT 2022).

##### ➤ Bassin versant

**Tableau 7** : Fiche technique du bassin versant

<b>Superficie du Bassin Versant</b>	273 km <sup>2</sup>
<b>Précipitation moyenne annuelle</b>	938 mm
<b>Apport moyen annuel</b>	76 Hm <sup>3</sup>
<b>Crue de projet</b>	2647 m <sup>3</sup> /s
<b>Volume annuel des Apports solides</b>	330 000 m <sup>3</sup>

##### ➤ Retenue

**Tableau 8** : Fiche technique de la retenue

<b>Cote de Retenue Normale (RN)</b>	317 NGA
<b>Capacité totale</b>	75 Hm <sup>3</sup>
<b>Volume annuel régularisable</b>	56 Hm <sup>3</sup>
<b>Cote des Plus hautes eaux</b>	322,1 NGA
<b>Cote de crête</b>	322,75 NGA

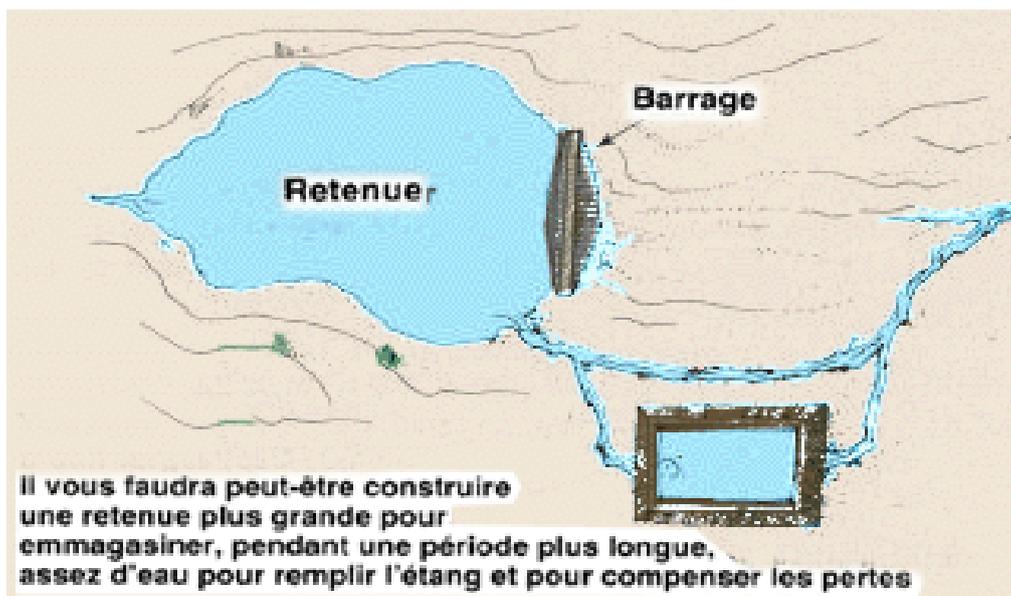


Figure 7 : Retenue de barrage

➤ **Barrage**

Tableau 9 : Fiche technique du barrage

<b>Date mise en service</b>	2005
<b>Type</b>	remblai en alluvions compactés avec noyau en argile et filtres et drains
<b>Niveau de crête</b>	322,75 (sans la contre flèche)
<b>Hauteur hors sol</b>	58 m sur fondation
<b>Largeur de la crête</b>	10 m
<b>Longueur de la crête</b>	370 m
<b>Pente du talus amont</b>	2,75 H / 1 V
<b>Pente du talus aval</b>	2,5 H / 1 V
<b>Nature des fondations</b>	marnes du Miocène et schistes calcaires

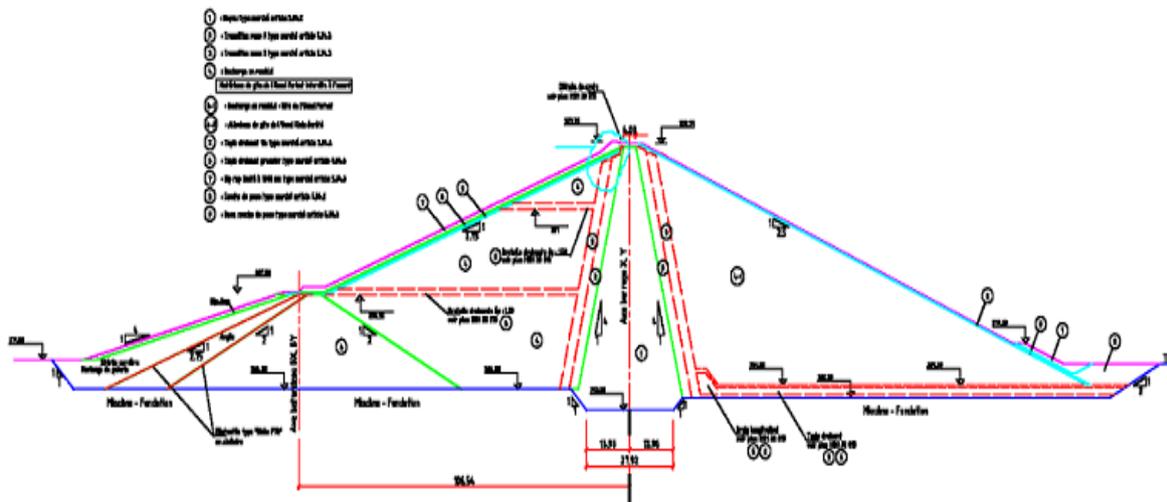


Figure 8 : Coupe type du barrage

**Destination** : Alimentation en eau potable des villes d’Ain Defla, Mekhatrïa, Arib, Khemis Miliana, Sidi Lakhdar, El Attaf et Rouina d’une population totale de 182 450 habitants (2003), avec un volume de 35,6 Hm<sup>3</sup> et il renforcera aussi l’irrigation du périmètre de Amra Abadia avec un volume de 37,5 Hm<sup>3</sup> (ONID 2022 ; ADE 2022 ; ANBT 2022).

Tableau 10 : Irrigation annuelle du périmètre du barrage SMBT (ANBT 2022)

	Quittât annuelle pour l’irrigation	Destination
2006	36 Million m <sup>3</sup>	Périmètre Amra Abadia 8,500ha
2007	35 Million m <sup>3</sup>	Périmètre Amra Abadia 8,500ha
2008	35 Million m <sup>3</sup>	Périmètre Amra Abadia 8,500ha
2009	35 Million m <sup>3</sup>	Périmètre Amra Abadia 8,500ha
2010	35 Million m <sup>3</sup>	Périmètre Amra Abadia 8,500ha
2011	30 Million m <sup>3</sup>	Périmètre Amra Abadia 8,500ha
2012	30 Million m <sup>3</sup>	Périmètre Amra Abadia 8,500ha
2013	30 Million m <sup>3</sup>	Périmètre Amra Abadia 8,500ha
2014	36 Million m <sup>3</sup>	Périmètre Amra Abadia 8,500ha
2015	36 Million m <sup>3</sup>	Périmètre Amra Abadia 8,500ha

## II.5. Présentation de la station de traitement

La station de Sidi M'Hamed Ben Taïba est prévue pour traiter un débit moyen de 1800 m<sup>3</sup>/h, l'eau brute est une eau de surface. La qualité de l'eau traitée doit respecter les normes de l'OMS.

La chaîne de traitement est composée de deux lignes de fonctionnement en parallèle. Les principales étapes de traitement sont (ONID 2022 ; ADE 2022 ; ANBT 2022).

- Admission de l'eau brute dans l'ouvrage équipé d'une vanne de sécurité.
- Aération des eaux brutes et injection de sulfate d'aluminium ( $Al_2(SO_4)_3$ ), de permanganate de potassium ( $KMnO_4$ ) et l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ).
- Répartition du débit d'eau brute.
- Dosage de polyélectrolyte.
- Coagulation par apport externe d'énergie.
- Floculation par apport externe d'énergie.
- Décantation.
- Filtration par 04 filtres à sable.
- Désinfection au chlore.
- Évacuation des boues.

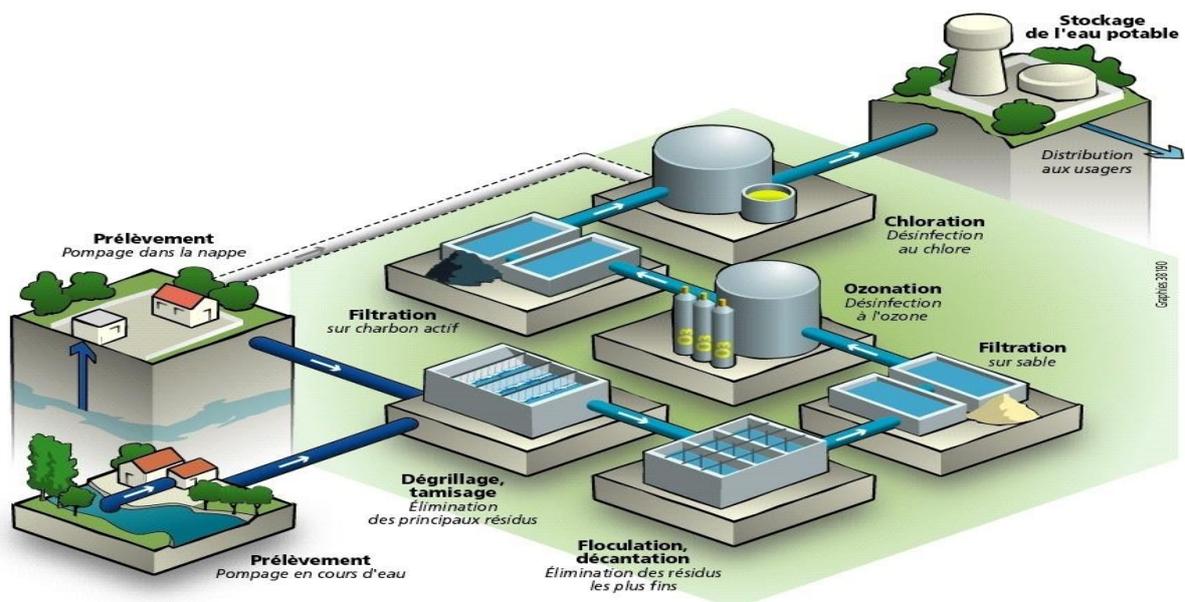


Figure 9 : Schéma représentatif des étapes de traitement de l'eau potable.

## II.6. Caractéristique du bassin

### II.6.1. Topographie du bassin

La topographie du bassin versant de 273 km<sup>2</sup> est formée principalement de montagnes dont l'orientation est Nord-Est, Sud-Ouest. Le bassin versant s'élève d'une altitude de 270m au site de barrage à 1507 m à djebel Zaccar gharbi à l'est avec plusieurs sommets qui dépassent 1000m

A l'intérieur du bassin versant les affluents s'écoulent les plus importants incluent oued belHassene et oued Ferhat qui drainent le nord-ouest et oued Zeboudj qui draine le nord et oued el Had et oued ben Hassene qui drainent le nord-est. Le fond des vallées et les plaines d'inondation ont été aménagés pour l'agriculture (arbuste sur les pentes à basse altitude et la forêt sur un grand nombre de montagnes) (BEDDAL 2007).

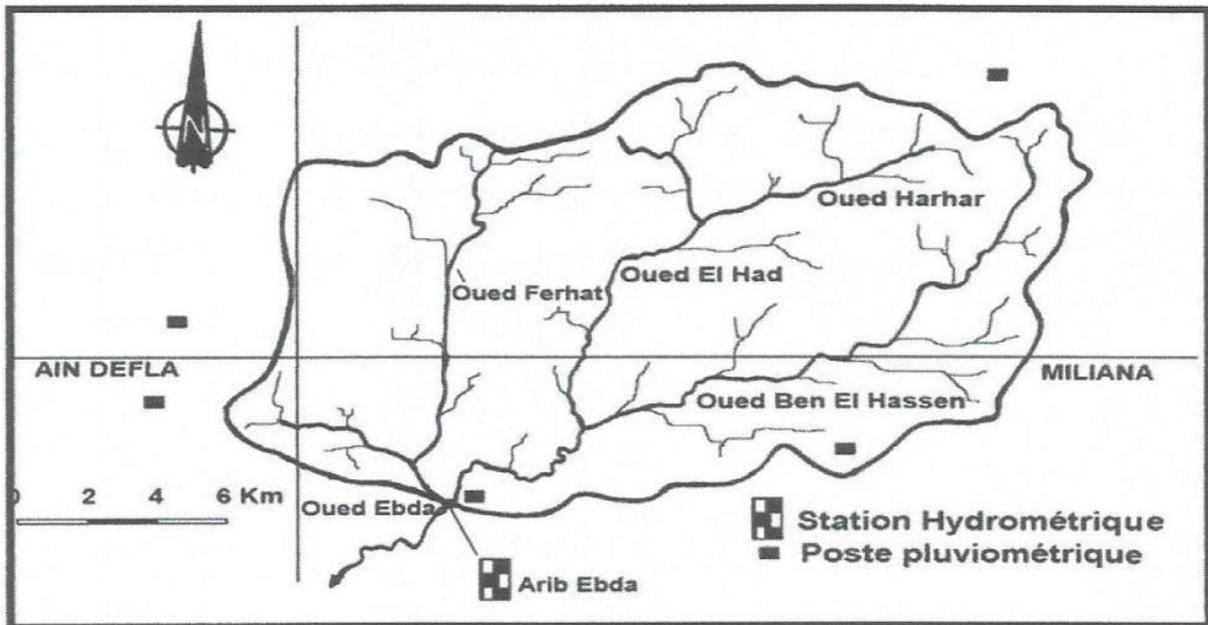


Figure 10 : Carte topographie du bassin Oued Ebda (MEDDI 2012)

### II.6.2. Géologie du bassin

Le site du Barrage est situé dans une position où les strates du miocène recouvrent partiellement les Schistes.

Les Calcaires schisteux de l'âge jurassique constituent en des calcaires schisteux et des calcaires argileux, de couleur grise à beige avec une schistosité faible parallèle à la

stratification, forment une colline abrupte sur la rive gauche (est) de l'axe du Barrage et se trouvent également en aval de l'axe sur la rive droite. Des strates du miocène avec une brèche rugueuse à la base forment la plupart de la rive droite (ouest) de l'oued Ebda sur le site du Barrage, exposé par une vaste falaise à pic juste en aval de l'axe plusieurs failles ont été cartographiées, ce qui donne une idée plus précise de la situation géologique.

Deux failles, parallèles à l'oued montrent un déplacement vers le bas en direction de l'Oued, son plan de mouvement est représenté par la façade de la partie supérieure de la falaise. Une masse importante de couche miocène dont le pendage vers la falaise atteint jusqu'au 58°, semble avoir glissé vers l'oued le long du plan de faille. La disposition d'une série de faille est presque verticale le long de l'oued Ebda.

Pour distinguer les formations géologiques constituant le site du Barrage, il est nécessaire de faire un levé géologique de l'appui droit d'une longueur de 450 m avec quelques profils géologiques de bas en haut. Cet appui est situé en aval de l'axe du barrage et a une hauteur max de 60 m, ce levé a mis bien en évidence la stratigraphie et la lithologie des roches de deux rives droites et gauche (ANBT 2022).

- ❖ **Rive droite** : La brèche miocène généralement dit, miocène inférieur constitue la majorité de la rive droite, les roches du miocène inférieur affleurent sur longueur de 400 m en aval de l'axe du Barrage, reposant au long d'une stratigraphie sur le calcaire schisteux.
- ❖ **Rive gauche** : Dans cette rive, on distingue trois zones, affectées de nombreuses zones de failles petites et grandes mises en évidence dans le levé géologique.
  - **Zone A** : Cette Zone est constituée d'une alternance de :
    - Schistes argileux-calcaire ; la roche est grise, finement litée, fortement fracturée.
    - Brèches gris foncé de texture moyenne à fine.
    - Sable gris de granulométrie moyenne à grossière.
    - Mylonites.
  - **Zone B** : Cette Zone est constituée d'une alternance de :
    - Schiste calcaire gris clair ou foncé.
    - Brèche grise foncée.

- **Zone C** : Cette Zone est constituée de calcaire jurassique dur, sain gris en profondeur et jaunâtre en surface (ANBT 2022).

## II.7.Situation climatologique

La zone d'étude présente un climat méditerranéen semi-aride avec un Caractère de continentalité très marqué et un écart de température de 20°C entre les Températures du mois de janvier et celle d'août. L'été s'étend sur 5 à 6 mois environ avec des masses d'air chaud à partir du mois de mai. La pluviométrie reste variable et atteint 870mm en moyenne par an. Une série d'étages climatiques qui va du subaride au fond de la vallée au subhumide sur les reliefs. Cette situation est liée à l'orographie : plus l'altitude est élevée plus l'étage est humide. De même pour l'enneigement qui touche les reliefs de plus de 600 m d'altitude, dont 45% entre novembre et janvier, La températures peut atteindre les 40°C (ANBT 2022 ; ADE 2022).

*Chapitre III :*  
*Matériels et*  
*Méthodes*

### III.1. Objectif

L'objectif de notre travail consiste à déterminer la qualité de l'eau du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba par réalisation des analyses physico-chimiques et bactériologiques.

Nous avons suivie la qualité de l'eau à travers des analyses qui ont été effectués au niveau de laboratoire de l'unité ADE (Algérienne des eaux) de Arib, et cela pour une durée estimée de cinq mois (Janvier, Février, Mars, Avril, Mai).

**N.B :** Les analyses des mois de Janvier et Février au niveau des eaux de surface ne sont pas disponibles.

### III.2. Description du laboratoire

Le laboratoire d'analyse se trouve au sein de bâtiment dans la station de traitement de l'eau potable de Arib. Il est composé de deux chambres, l'une pour les analyses physicochimiques et l'autre pour effectuer les analyses bactériologiques.

principalement : pH , température, conductivité , Turbidité ,  $Ca^{2+}$  ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$  , Coliformes, Streptocoques, Clostridium...

### III.3. Échantillonnage

Les principaux aspects dont il faut tenir compte pour obtenir un échantillon d'eau représentatif sont les suivants :

- La sélection convenable du point d'échantillonnage.
- Le strict respect des procédures d'échantillonnage.
- La conservation adéquate de l'échantillon.

### III.4. Mode de prélèvement

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier ses caractéristiques (RODIER et al 2005).

Dans notre travail, le prélèvement se fait dans deux différents points du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba, l'un est à la surface, l'autre à la profondeur de 18 m, et un troisième prélèvement de l'eau traité, dans des conditions réglementaires d'hygiène et d'asepsie.

**Tableau 11** : Les différents points obtenus de prélèvement.

Date	Heure	Point de prélèvement
16-03-2022	10 :25	Surface Traité
20-03-2022	9 :30	Profondeur à 18m
11-04-2022	11 :20	Surface Profondeur à 18m Traité
08-05-2022	11 :50	Surface Profondeur à 18m Traité

**Principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau :**

- Identité du préleveur.
- Date et heure du prélèvement.
- Particulier ou autorité demandant l'analyse.
- Motif de la demande d'analyse (analyse initiale ou contrôle périodique, pollution, intoxication, épidémie, etc.) et usages de l'eau (boisson, lavage, abreuvement, incendie, industrie, etc.).
- Ville ou établissement que l'eau alimente ; le cas échéant, le type de traitement utilisé.
- Nom du point d'eau et localisation précise.
- Origine de l'eau (source, puits, forage, rivière, lac, barrage, citerne, etc.). Aspect particulier (couleur, débris, irisation, odeur, etc.).
- Température de l'eau à l'émergence et celle de l'atmosphère au moment du prélèvement. Conditions météorologiques du moment (précipitations, vent, pression atmosphérique, etc.).
- Débit approximatif à la minute ou à la seconde. Dans le cas d'une nappe souterraine, préciser la profondeur et l'épaisseur de cette nappe, la durée du pompage et le débit, le nombre de renouvellements de l'eau d'un piézomètre avant prélèvement.
- Nature géologique des terrains traversés, aspect du milieu naturel.
- Causes de souillures permanentes ou accidentelles auxquelles l'eau paraît exposée (établissement agricole ou industriel, rejet de ville ou d'usine, puits perdu, cimetière, etc.).

- Enregistrer les remarques des usagers ou riverains concernant les variations d'aspect ou de débit ainsi que les modifications provoquées par les pluies ou la fonte des neiges (RODIER et al 2005).

### III.5. Transport et conservation des échantillons

Après prélèvement, le risque de l'évolution physico-chimique et de la teneur initiale en germes des eaux à analyser deviennent élevés. C'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible.

Si le transport dépasse 6 heures, ainsi si la température extérieure est supérieure à 10°C ; le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C. Parfois, il faut ajouter des agents chimiques conservateurs afin d'éviter certaines transformations lors de transport.

**Tableau 12 :** Conservation des prélèvements (Rodier et al 2005).

Caractéristique ou élément analysé	Récipient	Conservateur à utilisé	Volume minimum du prélèvement (ml)	Température de conservation (°C)	Effectuer la mesure avant
Odeur, Couleur, Saveur	V	0	500	4	24h
Température	/	/	/	/	/
pH	P ou V	Mesure in situ de préférence	/	4	24h
Conductivité	P ou V	Mesure in situ de préférence	100	4	48h
Turbidité	P ou V	/	100	4	24h
Résidu sec	P ou V	/	4	4	24h
Oxygène dissous	Vb	Mesure in situ de préférence	300	4	24h

TA-TAC-TH	P ou V	Mesure in situ de préférence	200	4	24h
Chlorures	P ou V	0	100	/	15 jours
Ammonium nitrate	P ou V	Acide sulfurique	/	4	48h
Nitrite	P ou V	0	/	4	48h
Phosphate	P ou V	0	100	4	48h
DCO	P ou V	Acide sulfurique	100	4	24h
DBO	P ou V	0	1000	4	24h
Acidité-alcalinité	P ou Vb	0	200	4	24h
Dureté	P ou V	Acide nitrique	100	/	1 mois
Aluminium	P ou V	Acide nitrique	/	/	2 mois
Sulfates	P ou V	/	200	4	7 jours
Coliformes totaux Coliformes fécaux Streptocoques fécaux	P ou V	Flacons stériles en présence d'une eau traitée par un oxydant, ajouter avant stérilisation 5 gouttes d'une solution de thiosulfate de sodium à 10 %	250	4	24h

P : polyéthylène, V : verre, Vb : verre borosilicaté

### III.6. Analyses et modes opératoires

#### III.6.1. Matériels et appareillages d'analyse

**Tableau 13 :** Types d'appareillages utilisés pour les différentes analyses.

Paramètres mesurés	Unité	Types d'appareils
Température	C°	Multi-paramètre WTW 340.I
pH		
Conductivité	( $\mu$ s/cm)	
Oxygène dissous	(mg/l)	
Taux de salinité	(mg/l)	
Turbidité	(NTU)	Turbidimètre WTW.555IR
Résidus Sec	(mg/L)	Etuve
Dureté (TH)	(°F)	
Calcium	(mg/L)	Dosage volumétrique
Magnésium	(mg/L)	
Chlorures	(mg/L)	
Bicarbonates	(mg/L)	
Titre Alcalimétrique	(mg/L)	
Titre Alcalimétrique complet	(mg/L)	
Potassium	(mg/L)	Spectrophotométrie de flamme
Sodium	(mg/L)	
Nitrate	(mg/L)	spectrophotométrie d'absorption moléculaire
Nitrite	(mg/L)	
Ammonium	(mg/L)	
Phosphate	(mg/L)	
Sulfate	(mg/L)	
Fer	(mg/L)	
Manganèse	(mg/L)	
Aluminium	(mg/L)	
E. Coli	(UFC/100ml)	Rampe de filtration et pompe à vide
Entérocoques	(UFC/100ml)	
B.sulfito-réductrices	(UFC/20ml)	

### III.6.2. Paramètres analysés

#### III.6.2.1. Paramètres physicochimiques

Les prélèvements des échantillons pour l'analyse physico-chimique sont recueillis dans des flacons en polyéthylène de 250 ml bien nettoyés. Puis acheminés au laboratoire pour l'analyse.

##### ➤ Température

La température de l'eau dépend des variations saisonnières, mesurée à l'aide d'un appareil électrométrique (un thermomètre).

#### Mode opératoire

-La température de l'eau sera prise en même temps que le prélèvement de l'échantillon ;

- Tremper l'électrode de thermomètre dans l'eau à analyser ;
- laisser stabiliser puis noter la valeur de la température.

### **Expression des résultats**

L'appareille donné la valeur de température en degré Celsius(C°).

#### ➤ **Potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH est en relation avec la concentration des ions d'hydrogène présent dans l'eau. La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans la même solution est mesuré par le pH mètre.

### **Mode opératoire**

- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser ;
- Agiter doucement avec un barreau magnétique ;
- Introduire l'électrode préalablement rincée avec l'eau distillée dans le bécher ;
- Laisser l'appareil stabiliser, Puis noter la valeur affichée.

#### ➤ **Conductivité électrique et TDS**

On utilise un appareil multi-paramètres pour mesurer les deux paramètres.

### **Mode opératoire**

- Remplir un bécher avec une quantité d'eau à analyser suffisante pour l'immersion de l'électrode ;
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée puis Introduire dans le bécher contenant l'échantillon ;
- Laisser l'appareil stabiliser et noter les valeurs affichées (ISO 7888).

### **Expression des résultats**

L'appareille donné la valeur de la conductivité en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , et de TDS en  $\text{mg}/\text{l}$ .

#### ➤ **Oxygène dissous**

Les concentrations en oxygène dissous, constituent avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique (Merabet, 2010).

### **Mode opératoire**

- Place l'électrode dans l'échantillon d'eau analysé, la sonde de température doit être émergée;

- Agité correctement l'échantillon ou remuer l'électrode dans l'échantillon a fin de retire toute bulle d'air de la membrane;
- Laisser l'appareil stabiliser et noter la valeur affichée.

### **Expression des résultats**

Le résultat est donne en concentration mg/l.

#### ➤ **Turbidité**

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice, etc...), on là déterminé à l'aide d'un appareil turbidimètre.

### **Mode opératoire**

- Mettre en marche le turbidimètre;
- Agiter l'échantillon à analyser et remplir la cuvette de mesure;
- Bien essuyer la cuvette avec papier hygiénique;
- Introduire la cuvette dans son emplacement dans l'appareil et fermer le couvercle;
- Noter la valeur maximale affichée (ISO 7027).

### **Expression des résultats**

L'appareille donné la valeur de turbidité en NTU.

#### ➤ **Résidu sec**

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau.

### **Mode opératoire**

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillée et desséchée ;
- Prélever 100ml d'eau à analyser et la déverser dans la capsule;
- Placer la capsule dans l'étuve à 105°C pendant 24 h pour le séchage;
- Ensuite mettre la capsule dans le dessiccateur pendant 15 minutes afin d'absorber tout l'humidité;
- Puis peser immédiatement (Rodier et al 2005).

### **Expression des résultats**

$(M_1 - M_0) \times 1000/V$

**V**:volume, en millilitres, de la prise d'essai.

**M<sub>0</sub>**:la masse, en milligramme de la capsule vide.

**M<sub>1</sub>** : la masse, en milligramme de la capsule et son contenu après étuvage à 105C°

Le résidu sec à 105 C° exprimé en milligramme par litre.

### ➤ Calcium et magnésium

Les ions de calcium et magnésium sont titrés avec une solution aqueuse de l'EDTA.

Le dosage de calcium se fait en présence du Murexide, l'EDTA réagit tout d'abord avec les ions calcium libres puis avec les ions calcium combinés avec l'indicateur coloré qui vire la couleur au violet. Et pour le magnésium l'indicateur coloré est le NET qui vire la couleur au bleu. (ISO 6058).

### Mode opératoire

(V<sub>1</sub>) Ca<sup>2+</sup> :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N ;
- Ajouter du Murexide ;
- Et titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (violet).

(V<sub>2</sub>) Ca<sup>2+</sup>Mg<sup>2+</sup> :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 2 ml de NH<sub>4</sub>OH (10,1) ;
- Ajouter noir Eriochrome (NET) ;
- Et titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (bleu).

### Expression des résultats

La détermination du Calcium en mg/l est donnée par la formule suivante:

$$\text{Ca}^{2+} \text{ en mg/l} = (\text{V}_1 \times \text{NEDTA} \times \text{F} \times \text{M}_{\text{Ca}^{2+}} \times 1000) / \text{P.E}$$

Où :

V<sub>1</sub> : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).

M<sub>Ca<sup>2+</sup></sub> : Masse molaire du calcium en g.

P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

F : Facteur de dilution

La détermination du Magnésium en mg/l est donnée par la formule suivante:

$$\text{Mg}^{2+} \text{ en mg/l} = (V_2 - V_1) \times (\text{NEDTA} \times F \times \text{MMg}^{2+} \times 1000) / \text{P.E}$$

Où :

V<sub>2</sub>: Volume total d'E.D.T.A

V<sub>1</sub> : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).

M<sub>Mg<sup>2+</sup></sub> : Masse molaire du Magnésium en g.

P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

F : Facteur de dilution (ISO 6058).

### ➤ Chlorures

Les ions de chlorures réagissent avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Et la formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur (ISO 9297).



### Mode opératoire

- Prendre 5 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 2 gouttes de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (coloration jaunâtre) ;
- Titrer avec AgNO<sub>3</sub> à 0,01 N jusqu'à coloration brun rougeâtre

### Expression des résultats

$$[\text{Cl}^-] \text{ en mg/l} = (V_{\text{AgNO}_3} \times N_{\text{AgNO}_3} \times M_{\text{Cl}^-} \times 1000) / \text{PE}$$

$$[\text{Cl}^-] \text{ en mg/l} = V_{\text{AgNO}_3} \times 71 \times F$$

Où :

V<sub>AgNO<sub>3</sub></sub> : Volume d'AgNO<sub>3</sub> nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

N<sub>AgNO<sub>3</sub></sub> : Normalité d'AgNO<sub>3</sub>

M<sub>Cl<sup>-</sup></sub> : Masse molaire des chlorures.

F : facteur de correction du titre d'Ag NO<sub>3</sub>.

PE : prise d'essai.

### ➤ l'alcalinité ( $\text{HCO}_3^-$ )

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des bicarbonates, carbonates et hydroxydes.

Le principe est la détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de pH = 8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC). (ISO 9963).

### Mode opératoire

- Prendre 100 ml d'eau à analyser ;
- Noter son pH puis titrer avec HCl à 0,1 N jusqu'à obtention d'un pH de 4,3.

### Expression des résultats

$$[\text{HCO}_3^-] \text{ mg/l} = V_A \times 61 \times M \text{ HCO}_3^- \times 1000 / \text{PE}$$

$$[\text{HCO}_3^-] \text{ mg/l} = V_{A1} \times 61$$

$V_A$  : Volume d'acide versé.

$N_A$  : normalité d'acide versé.

$M\text{HCO}_3^-$  : masse des bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ).

PE : prise d'essai.

**Remarque :** Si le pH de l'échantillon est supérieur à 8,3 ; titrer jusqu'à cette valeur (volume d'HCl obtenu correspond au  $\text{CO}_3^{2-}$ ) puis continuer le dosage jusqu'à pH de 4,3 noter le volume  $V_{A2}$ .

$$[\text{CO}_3^{2-}] \text{ mg/l} = V_{A2} \times 60$$

### ➤ Sodium et Potassium

La photométrie de la flamme est un des procédés les plus rapides et sensibles connus aujourd'hui pour le dosage des éléments alcalins et alcalino-terreux. (ISO 9964/3)

### Mode opératoire

- Allumer l'appareil ;

- Ouvrir le robinet de la bouteille du gaz ;
- Allumer la flamme à l'aide du bouton "IGNITION" ;
- Pipeter de l'eau distillée remplie dans une cuvette ;
- Optimiser la flamme si elle est jaune à l'aide du bouton " fuel " jusqu'à ce que la couleur devienne bleu violacée ;
- Optimiser à zéro à l'aide du bouton "Blank" ;
- Laisser se stabiliser 5 à 10 minutes ;
- Une fois qu'elle se stabilise à zéro, activer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de  $\text{Na}^+$  ou du  $\text{K}^+$  à 10 mg/l ;
- Optimiser à 10 mg/l à l'aide du bouton "FINE" ;
- Retirer la cuvette remplie par une solution étalon de " $\text{Na}^+$ " ou de " $\text{K}^+$ " à 10 mg/l et la remplacer par une cuvette remplie d'eau distillée et vérifier si l'écran affiche zéro (0.00) ;
- Retirer la cuvette remplie par l'eau distillée et la remplacer par une cuvette remplie par une solution étalon de " $\text{Na}^+$ " ou de " $\text{K}^+$ " à 10 mg/l et vérifier si l'écran affiche (10) ;
- Retirer la cuvette et la remplacer par une autre cuvette remplie d'eau distillée ;
- A la fin, passer aux échantillons inconnus jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran est stable (3 essais pour chaque échantillon). (ISO 9964/3).

### Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.

#### ➤ Nitrates

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosnylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

### Mode opératoire

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser ;
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 % ;
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium ;
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C ;
- laisser refroidir ;
- Reprendre le résidu avec 2 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  laisser reposer 10 minutes ;
- Ajouter 15 ml d'eau distillée ;

-Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre au 420 nm. (RODIER 1971).

### **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.

#### ➤ **Nitrites**

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediamine dichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm.

### **Mode opératoire**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 1 ml du réactif mixte ;
- Attendre 10mn ;
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}^2$ . (ISO 6777)

### **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.

#### ➤ **Azote ammoniacal**

Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

### **Mode opératoire**

- Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable ;
- Dévissez le DosiCap Zip ;
- Pipetter soigneusement 5.0 mL d'échantillon ;
- Vissez immédiatement le DosiCap Zip en dirigeant les cannelures vers le haut ;
- Agiter énergiquement ;
- Après 15 minutes, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer. (ISO 7150).

### **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.

### ➤ Phosphates

Le principe de la méthode consiste à la formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

#### Mode opératoire

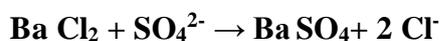
- Prendre 40 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 1 ml acide ascorbique ;
- Ajouter 2 ml du réactif mixte ;
- Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue ;
- Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm. (ISO 6878).

#### Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.

### ➤ Sulfates

Les ions sulfatés sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum en présence de  $\text{BaCl}_2$ , selon la réaction suivante :



#### Mode opératoire

- Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillé ;
- Ajouter 5 ml de la solution stabilisante ;
- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum ;
- Agiter énergiquement pendant 1 mn ;
- Laisser 15 minutes ;
- Passer au spectrophotomètre à une longueur d'onde 420 nm. (ISO 9280)

#### Expression des résultats

$[\text{SO}_4^{2-}] \text{ mg/l} = \text{la valeur lue sur le spectrophotomètre} \times \text{facteur de la dilution.}$

### ➤ Fer

Le principe est l'addition d'une solution de phénanthroline 1.10 à une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge-orange à une longueur d'onde de 510nm.

Pour le dosage du fer total et du fer total dissous, du chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouté pour réduire le  $\text{Fe}^{3+}$  en  $\text{Fe}^{2+}$ .

### Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmayer de 100 ml;
- ajouter 1ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine et mélanger soigneusement;
- Ajouter 2ml de tampon acétate;
- Ajouter 2 ml de la solution 1.10 de phénantroline et conserver à l'obscurité pendant 15 min;
- Enfin passez au spectrophotomètre pour mesurage à la longueur d'onde de 510 nm.(ISO 6332).

### Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.

#### ➤ Manganèse

La méthode PAN est une procédure très sensible et rapide de mesure des fortes concentrations de manganèse. Le réactif avec acide ascorbique réduit toutes les formes oxydées de manganèse en  $\text{Mn}^{2+}$ . Le réactif au cyanure alcalin masque les interférences potentielles. Le témoin PAN réagit avec le  $\text{Mn}^{2+}$  et développe un complexe orangé. La longueur d'onde de mesure est de 560 nm.

### Mode opératoire

- Remplissez une cuve avec 10 ml d'échantillon;
- Ajouter le contenu de un sachet de poudre d'acide ascorbique dans chaque cuve d'échantillon;
- Ajouter 12 gouttes de solution alcaline réactive au cyanure dans chaque cuve d'échantillon;
- Faites tourner pour mélanger;
- Ajouter 12 gouttes de solution témoin PAN à 0,1 %;
- Laisser 2 minutes;
- Nettoyer soigneusement l'extérieur de la cuve zéro et de la cuve de l'échantillon;
- Mesurer la cuve zéro puis la de l'échantillon dans le spectrophotomètre.

### Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l

**➤ Aluminium**

Le principe de la méthode est que le Chromazurol S forme avec l'aluminium en milieu tampon acétate légèrement acide une laque colorée verte.

**Mode opératoire**

- Pipetter soigneusement 2 mL de la solution A;
- Pipetter soigneusement 3 mL d'échantillon;
- Doser 1 cuillère rase du réactif B;
- retourner la cuve 2 à 3 fois;
- Laisser 25 minutes;
- Nettoyer soigneusement l'extérieur de la cuve zéro et de la cuve de l'échantillon;
- Mesurer la cuve zéro puis la de l'échantillon dans le spectrophotomètre. (ISO 12020)

**Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l

**➤ Matières organiques**

Les matières organiques sont dissoutes dans toutes les eaux et même si elles existent seulement sous forme de traces, leur teneur indique une charge d'eau en matière polluante. (Degremonts 2005).

**Mode opératoire**

- Transférer à l'aide d'une pipette 100 ml d'échantillon dans un bécher;
- Ajouter 20 ml d'acide sulfurique et mélanger en agitant doucement;
- Placer le bécher sur une plaque chauffante et porter à ébullition;
- Ajouter 20ml de solution de permanganate de potassium;
- Laisser 10 minutes dans la plaque chauffante;
- Ajouter 10ml de l'acide oxalique;
- Titrer pendant que la solution est encore chaude, avec la solution titrant de permanganate de potassium jusqu'à une coloration rose pâle ;
- Passez au spectrophotomètre pour mesurage.

**Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l

### III.6.2.2. Paramètres bactériologiques

Un examen bactériologique ne peut être interprété que s'il est effectué sur échantillon correctement prélevé, dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes (Rodier et al 2005).

Nous avons utilisé des flacons en verre stériles d'une capacité de 250 ml. Ces derniers ont été stérilisés à 120°C durant 1h dans un autoclave.

Une analyse complète de l'eau a été effectuée en se basant sur les paramètres suivants :

- Germes aérobies mésophiles totaux à 22 °C et 37°C.
- Coliformes totaux à 37°C et Coliformes fécaux à 44 °C.
- Spores anaérobies sulfite-réducteurs à 37°C.
- Streptocoques fécaux à 37°C.

#### ➤ Recherche et dénombrement des germes mésophiles totaux

Germes non pathogènes capables de se développer dans des conditions normales de culture, représentent la teneur moyenne en bactéries d'une eau.

La recherche et le dénombrement des germes mésophiles totaux se réalise à deux températures différentes : 22°C et 37°C. (ISO 6222)

#### Mode opératoire

- Pour chaque échantillon prendre deux boîtes de Pétri vides stérile ;
- Verser 1ml de l'échantillon à analyser par la pipette stérile ;
- Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 15ml de gélose TGEA;
- Mélanger avec précaution en mouvement rotatoire (mouvement en huit), puis laisser solidifier;
- Retourner les boîtes et incuber dans l'étuve, une série à 37 °C pendant 48 h, et l'autre à 22°C pendant 72 h ;
- Après l'incubation compter les colonies qui sont petites boules blanchâtres ou sous formes lenticulaires et bien distinctes présentes dans chaque boîte.

### ➤ Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Parmi les indicateurs de contamination fécale, les coliformes totaux et spécialement l'E. Coli sont d'une grande importance dans la mise en évidence des contaminations fécale, responsable de plusieurs maladies à transmissions hydrique.

#### Mode opératoire

- stériliser la rampe de filtration par bec bunsen;
- laisser refroidir;
- passer la pince à la flamme 2 à 3 secondes;
- Prendre à l'aide d'une la pince une membrane stérile de porosité 0,45 µm;
- Déposer la membrane sur le support de filtration refroidi;
- Fixer l'entonnoir sur le support;
- Agiter l'échantillon à analyser et flamber légèrement la partie supérieure du flacon;
- Déposer ensuite aseptiquement 100ml d'eau à analyser dans l'entonnoir devant un bec bunsen;
- Actionner ensuite la pompe sous vide pour absorber l'eau à travers la fiole;
- Après fermeture de la pompe à vide, prélever la membrane avec une pince stérile;
- Déposer la membrane sur le milieu sélectif (gélose lactosée au Tergitol et au T.T.C.);
- Placer les boîtes de Pétri en position inversée dans un incubateur à 37 °C pour la recherche des coliformes totaux et à 44 °C pour les coliformes fécaux pendant 24 à 48 heures.
- Après l'incubation, la lecture des boites consiste à noter juste les petites colonies, lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune (lactose positive).

Pour la confirmation nous procédons comme suit :

#### Test à l'oxydase

Après l'incubation, imbiber un disque d'oxydase avec une goutte d'eau distillée stériles puis déposer une colonie caractéristique sur le disque, la réaction positive est immédiate et se traduit par un virage au bleu violet foncé.

### **Test à l'indole**

- Pour cela, transférer chaque colonie caractéristique séparément dans un tube contenant 3 ml de bouillon au tryptophane. En bien triturer la colonie dans le milieu puis incuber ce dernier à 44°C pendant 24 heures;
- Après l'incubation, si on observe un trouble sur le milieu avec le dégagement de gaz, ajoutez 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs;
- La formation d'un anneau rouge à la surface du bouillon traduit la présence de bactérie *Escherichia coli*.

### ➤ **Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux**

Les Streptocoques fécaux sont des témoins de contamination fécale sensible, sont des coques à Gram positif, de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chaînettes plus ou moins longues (Gaujous 1995).

#### **Mode opératoire**

- Filtrer 100ml de l'eau à analyser sur la rampe de filtration en traversant la membrane stérile de porosité 0,45 µm;
- à l'aide de la pince stérile retirer la membrane de son support et la placer sur une boîte de milieu de Slanetz et Bartley;
- Incuber les boîtes pendant 48 heures à 37°C;
- Après l'incubation compter toutes les colonies présentes une coloration rouge, marron ou rose soit à leur centre, soit à leur périphérie.

#### **Confirmation**

Pour bien confirmer de la présence des streptocoques:

- à l'aide d'une pince stérile, transférer la membrane présentant la ou les colonies suspectes et le déposer (sans retournement) sur la gélose BEA ;
- Incuber le milieu à 44 °C pendant 2 heures ;
- Le résultat positif se traduit par la formation des colonies noires.

➤ **Recherche et dénombrement des spores anaérobies sulfito-réducteurs**

Les spores des bactéries anaérobies sulfito-reductrices constituent généralement des indices de contamination ancienne.

**Mode opératoire**

- Mettre un flacon qui contenant de l'eau à analyser dans un bain marie à 80C° pendant 10 minutes pour le but de détruire tous les formes végétatifs des ASR;
- Puis refroidir le flacon par l'eau de robinet;
- Ensuite filtrer sur la membrane de 0,22 µm par le procédé de filtration;
- Déposer premièrement la membrane dans la boite pétrie puis couler le milieu viande-foie, et ajouter deux additifs de sulfite de sodium (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) à 5% et alun de fer ammoniacal pour approprier le milieu en anaérobiose stricte;
- Incuber les boîtes à 37C° pendant 24h.
- Après l'incubation si il ya des colonies noirs entourée d'un halo noir de 0,5 mm de diamètre ce qui traduire la présence des ASR.

*Chapitre IV :*  
*Résultats et*  
*discussions*

## IV. Résultats et discussions

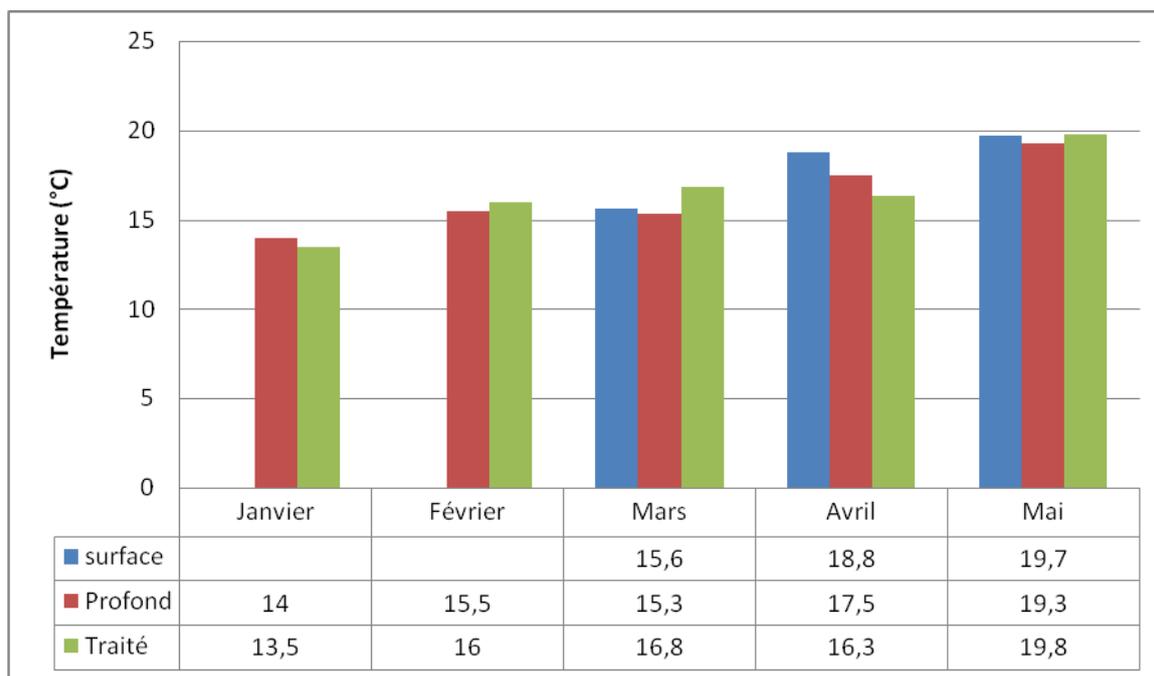
### IV.1. Résultats des analyses physico-chimiques

#### IV.1.1. Température

Les différentes valeurs des températures des eaux étudiées pendant les cinq mois sont présentées dans la figure(11).

D'après la figure nous remarquons que les valeurs de la température de l'eau prélevée à la surface varient entre 15.6°C et 19.7°C durant les mois de Mars, Avril et Mai. Tandis que pour l'eau de profondeur à 18m les valeurs enregistrées varient entre 14 °C et 19.3 °C, et pour l'eau traitée les valeurs varient entre 13.5°C et 19.8 °C pendant les cinq mois.

Les températures enregistrées restent normales, qui a une forte relation avec le climat de la saison d'échantillonnage, et répondent aux normes algériennes (ne dépassant pas 25°C), qui sont très acceptables.



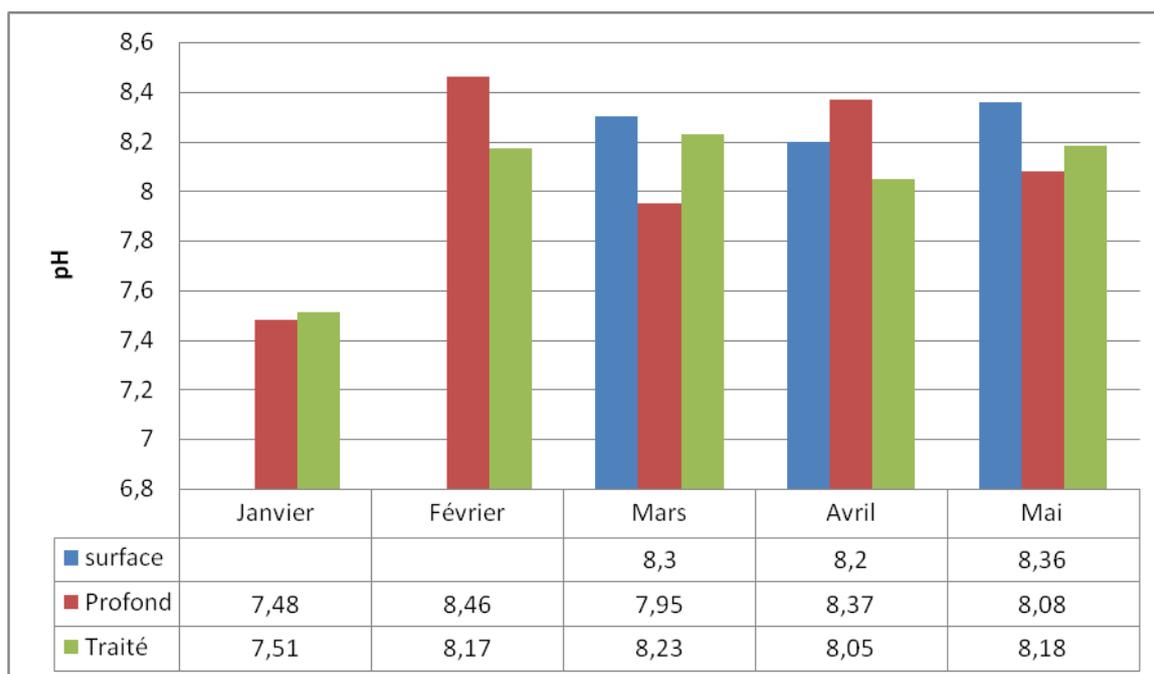
**Figure 11** : Variation de la température des échantillons prélevés durant les cinq mois

### IV.1.2. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Les résultats de notre étude sont présentés dans la figure (12).

Nous constatons, d'après les résultats obtenus une valeur moyenne de pH pour l'eau prélevée de surface est égale à 8.28, et 8.06 pour l'eau profonde à 18m, et de 8.02 pour l'eau traitée.

Donc l'eau étudiée est alcaline et les résultats d'analyse sont conformes aux normes algériennes qui fixent des valeurs de pH entre 6.5-9.



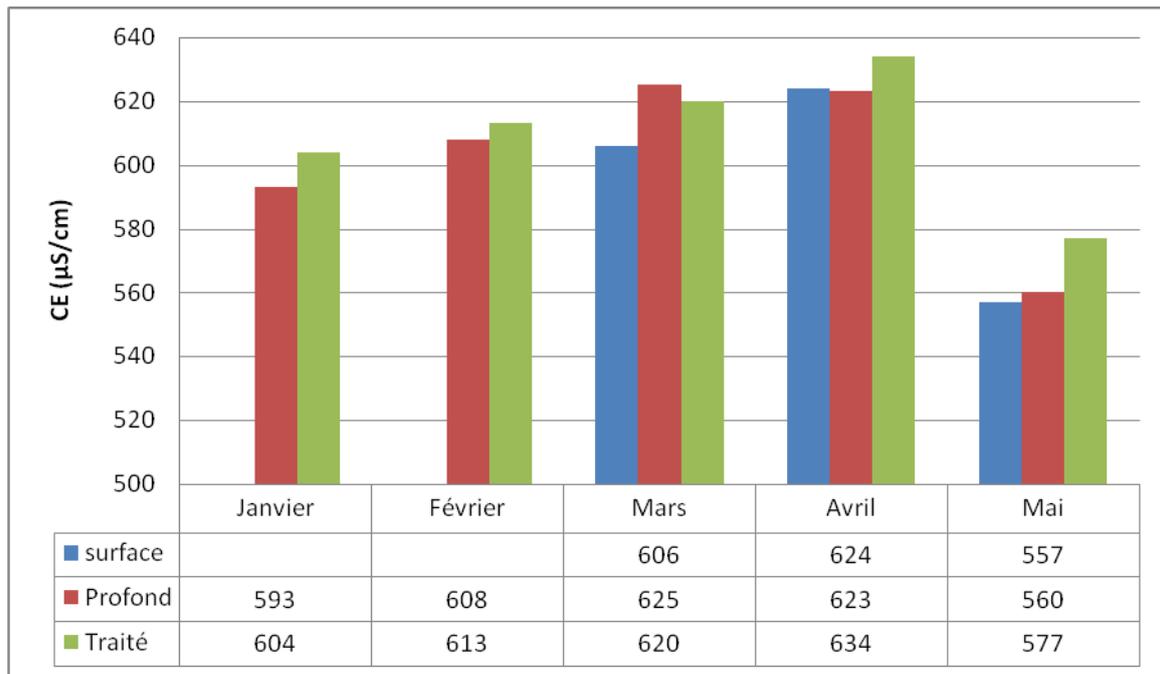
**Figure 12 :** Variation du pH des échantillons prélevés durant les cinq mois

### IV.1.3. Conductivité électrique

Les résultats d'analyse de la conductivité électrique des eaux étudiées sont présentés dans la figure (13).

La conductivité électrique moyenne de l'eau de surface et celle de profondeur était 595.6  $\mu\text{s}/\text{cm}$  et 601.8  $\mu\text{s}/\text{cm}$  respectivement et Pour l'eau traitée, nous avons enregistré une valeur moyenne de 609.6  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

On remarque que la conductivité des eaux étudiées conformément à la norme algérienne (2800  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ).



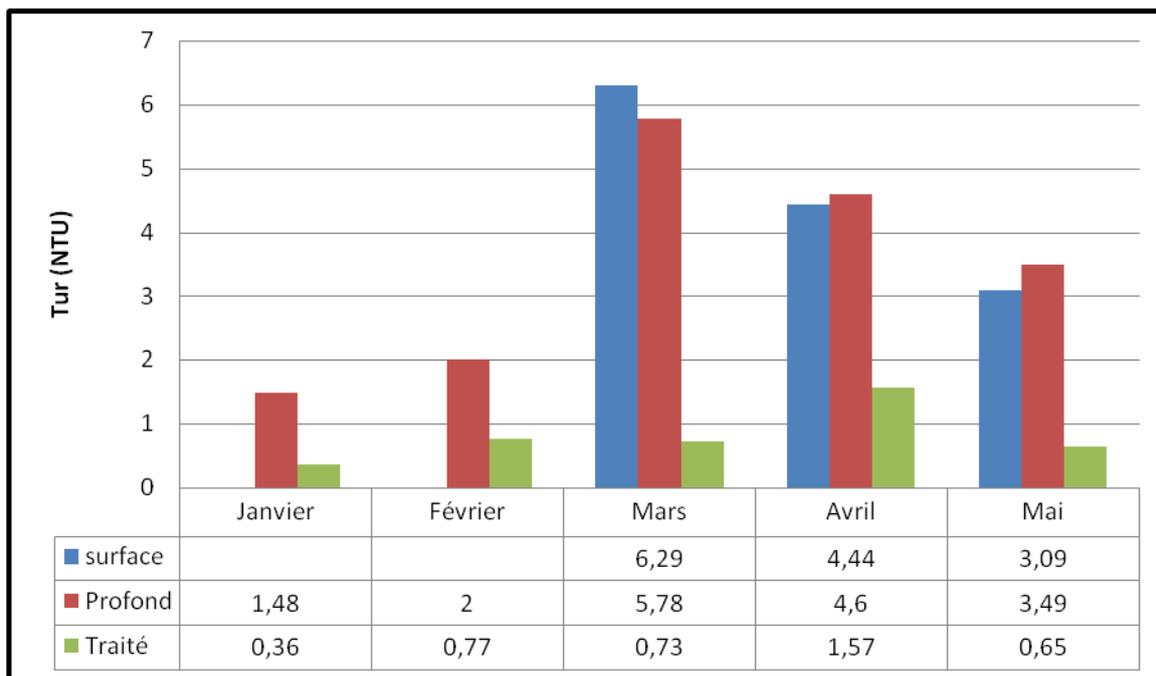
**Figure 13 :** Variation du Conductivité électrique des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.4.Turbidité

Les résultats d'analyse de la turbidité des eaux étudiées sont présentés dans la figure (14).

Nous remarquons que la turbidité de l'eau brute des mois de Janvier et Février 1.48 NTU - 2 NTU est faible par rapport au mois d'Avril 4.44 NTU - 4.6 NTU et Mai 3.09 NTU - 3.49 NTU mais elle reste dans les normes algériennes (5 NTU), Tandis que dans le mois de Mars les valeurs enregistrées pour l'eau de profonde et de surface 5.78 NTU / 6.29 NTU respectivement dépassent les normes à cause du climat et la pluie issu de ce mois et que la matière organique des plantes et animales.

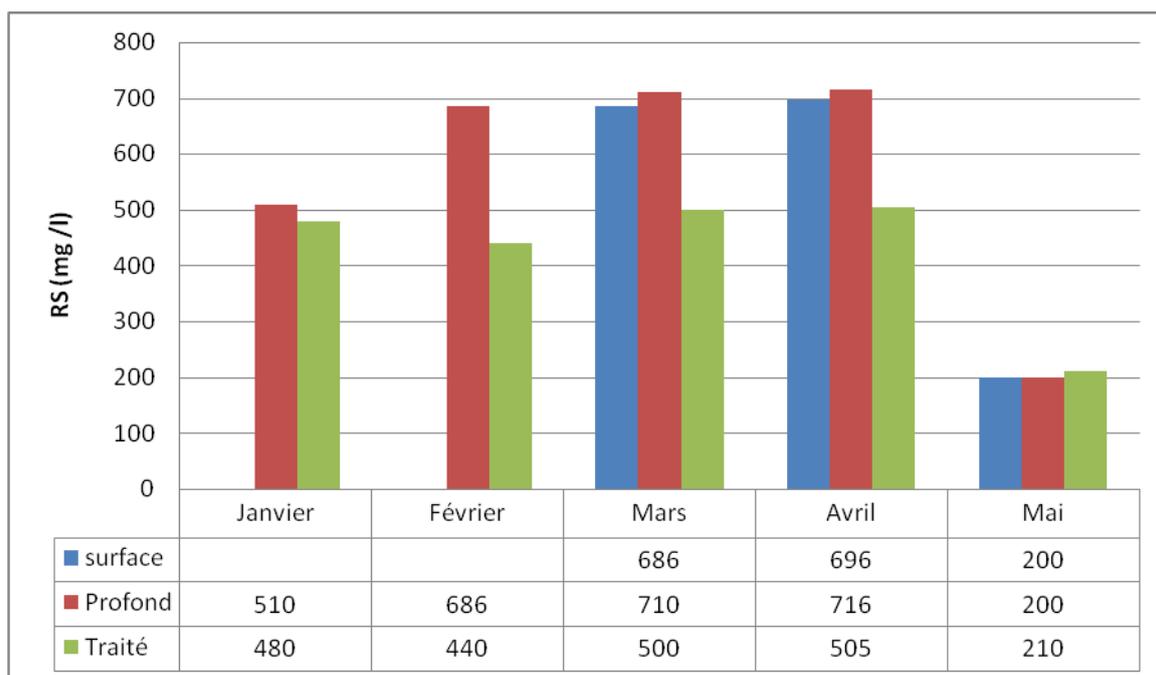
D'autre part les valeurs de l'eau traitée sont conformes aux normes algériennes.



**Figure 14 :** Variation du Turbidité des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.5.Résidu sec

D'après l'histogramme (figure 15), le résidu sec dans les eaux analysées (brute et traitée) ne dépasse pas les normes algériennes (1500 mg/l). Où nous avons enregistré que les valeurs de l'eau prélevée à la surface varient entre 200-696 mg/l durant les mois de Mars, Avril et Mai. Tandis que pour l'eau de profondeur à 18m les valeurs enregistrées sont entre 200-716 mg/l, et pour l'eau traitée varient entre 210-505 mg/l pendant les cinq mois.

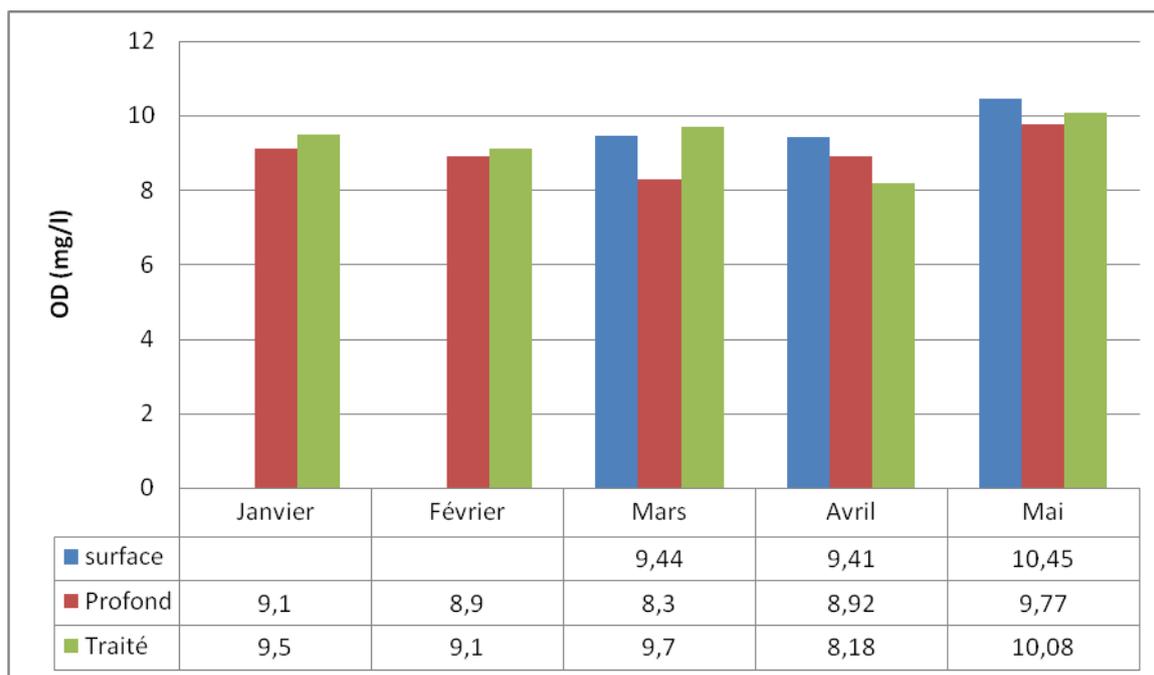


**Figure 15:** Variation du résidu sec des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.6. Oxygène dissous

Les résultats d'analyse de l'oxygène dissous des eaux étudiées sont présentés dans la figure (16).

D'après la figure 16, montre que les valeurs de l'oxygène dissous des eaux de surface varient entre une valeur minimale 9.41 mg/l du mois d'Avril et une valeur maximale 10.45 mg/l du mois de Mai. Et pour les eaux de profondeur les valeurs varient entre 8.3-9.77 mg/l, tandis que les valeurs des eaux traitées varient entre 8.18-10.08 mg/l durant les cinq mois.



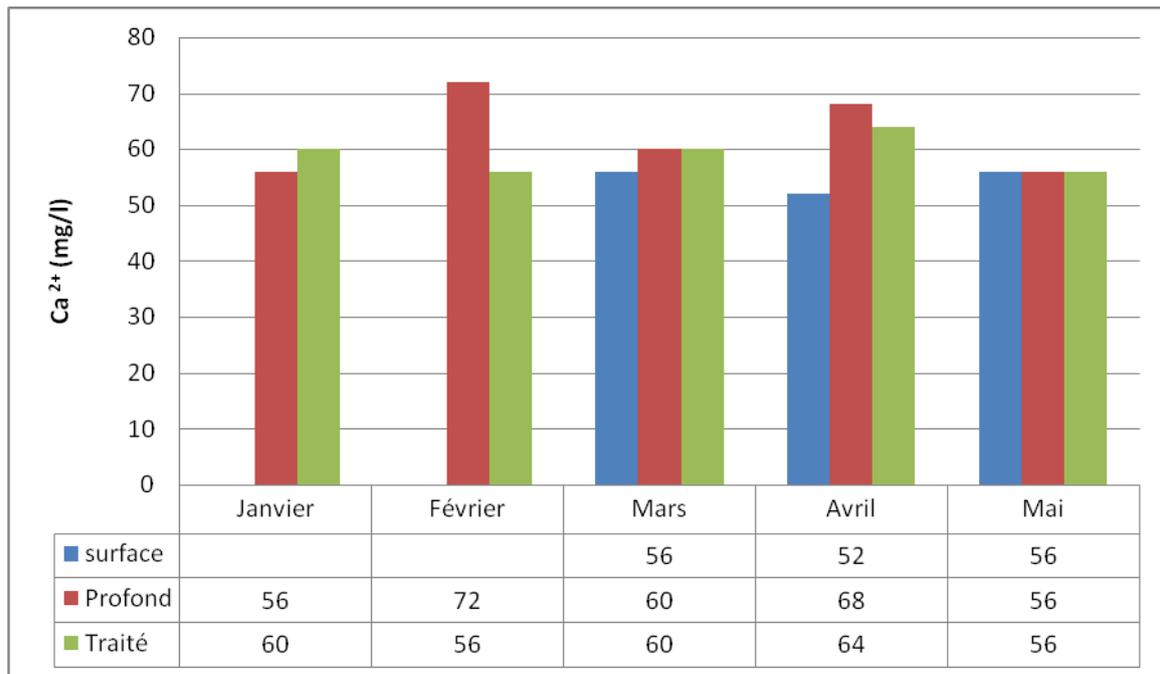
**Figure 16:** Variation de l'oxygène dissous des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.7. Calcium

Les résultats d'analyse du calcium mesuré des eaux étudiées sont présentés dans la figure (17).

D'après la figure 17 Nous remarquons que les valeurs du calcium pour les eaux de surface varient entre 52 mg/l du mois d'Avril et 56 mg/l du mois de Mars et Mai, par contre les eaux de profondeur varient entre une valeur minimale 56 mg/l du mois de Janvier et Mai et une valeur maximale 72 mg/l du mois de février, et enfin pour les eaux traitées les valeurs enregistrées varient entre 56 et 64 mg/l.

Ces valeurs de calcium sont conformes aux normes Algériennes (200 mg/l).



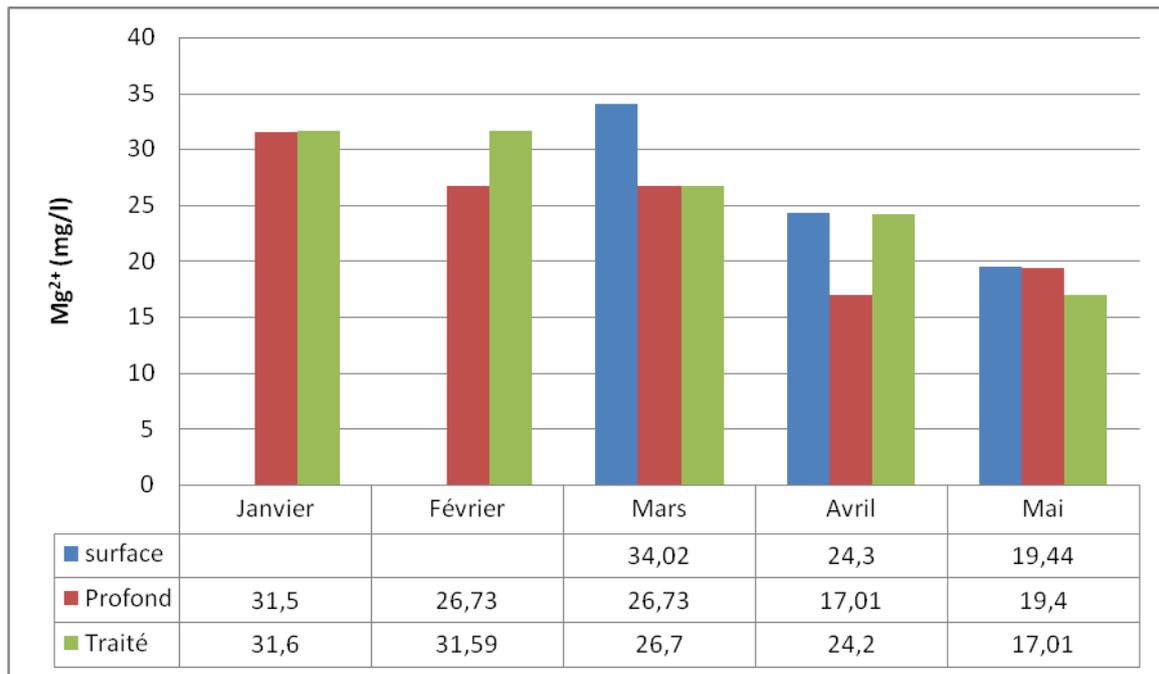
**Figure 17:** Variation du calcium des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.8. Magnésium

Les résultats d'analyse du magnésium mesuré des eaux étudiées sont présentés dans la figure (18).

À partir de la figure 18 Nous remarquons que les valeurs du magnésium pour les eaux de surface varient entre 19.44 mg/l du mois de Mai et 34.02 mg/l du mois de Mars, par contre les eaux de profondeur varient entre une valeur minimale 17.01 mg/l du mois d'Avril et une valeur maximale 31.5 mg/l du mois de Février, et enfin pour les eaux traitées les valeurs enregistrées varient entre 17.01 et 31.6 mg/l.

Les valeurs enregistrées sont bien inférieures aux valeurs préconisées par la réglementation algérienne qui exige une concentration de 150 mg/L au maximum.



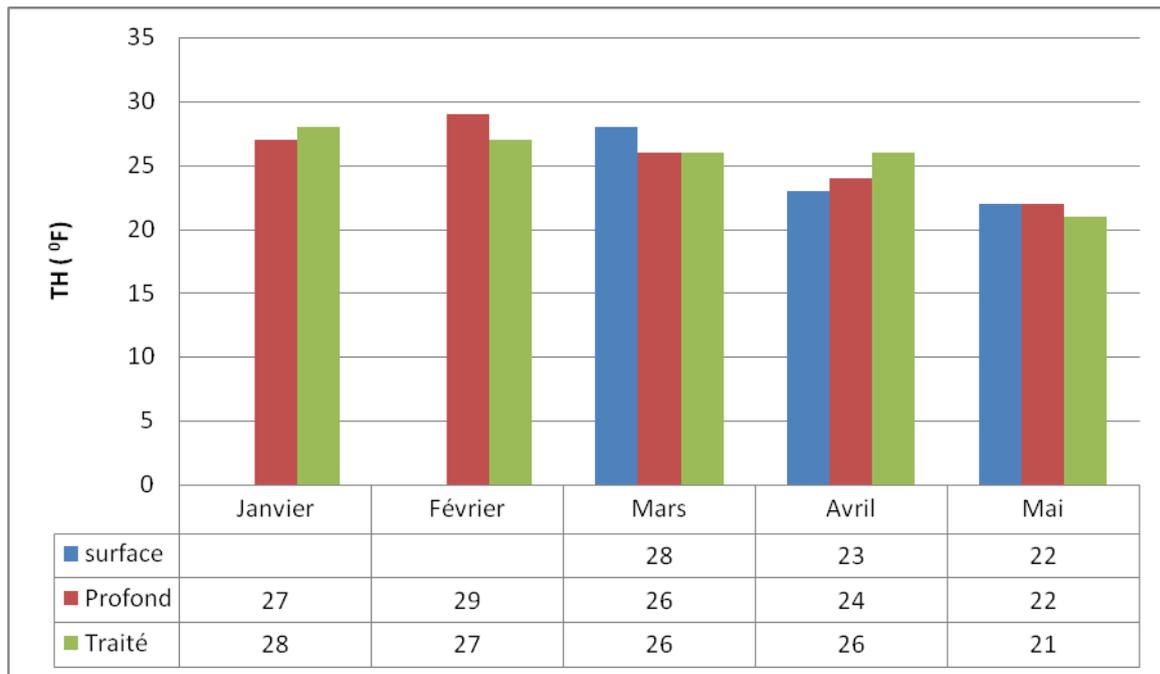
**Figure 18:** Variation du magnésium des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.9. Dureté (Titre hydrotimétrique)

Les résultats d'analyse de la dureté mesurée des eaux étudiées sont présentés dans la figure (19).

À partir de la figure 19 Nous remarquons que les valeurs de la dureté pour les eaux de surface varient entre 22°F et 28°F durant les mois de Mars, Avril et Mai, et pour les eaux de profondeur varient entre une valeur minimale 22°F du mois de Mai et une valeur maximale 29°F du mois de février, tandis que pour les eaux traitées les valeurs enregistrées varient entre 21 et 28°F.

D'après le tableau de la dureté d'eau, notre eau brute et traitée fait partie d'une classification d'une eau assez dure, par contre l'eau traitée est représenté comme une potabilité d'eau passable (voir le tableau 4 page 13).



**Figure 19:** Variation de la dureté des échantillons prélevés durant les cinq mois

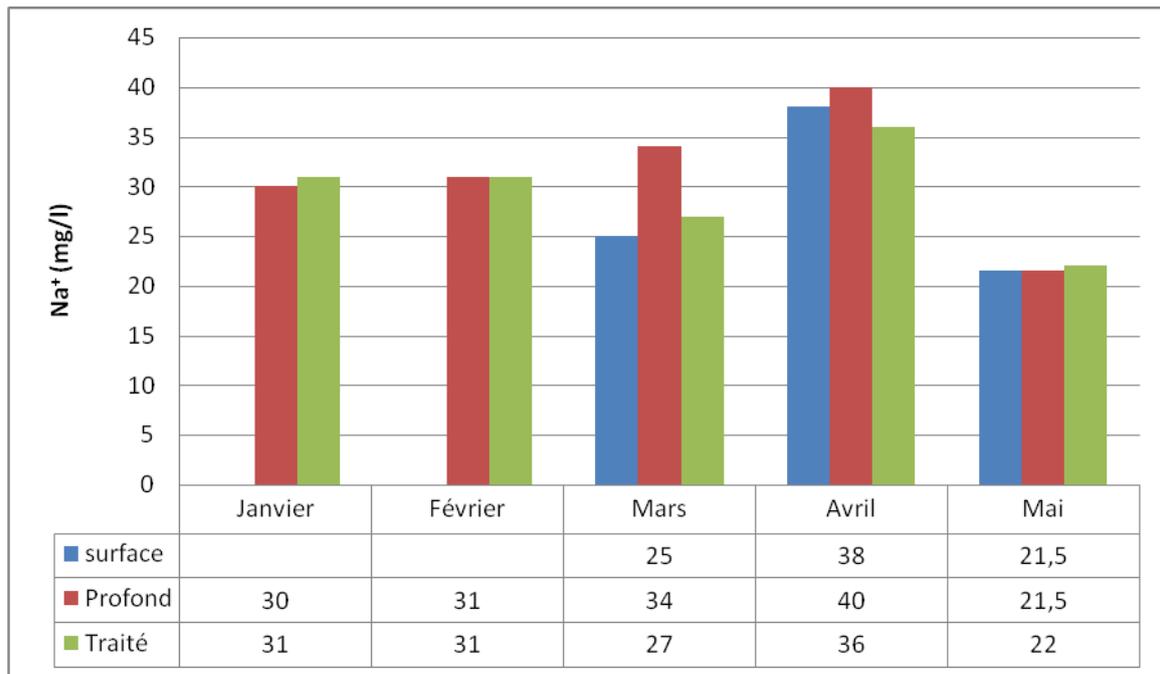
#### IV.1.10.Sodium

Les résultats d'analyse du sodium mesuré des eaux étudiées sont présentés dans la figure (20).

Le sodium est généralement présent dans l'eau à de faibles concentrations, avec une valeur limite de 200 mg/l donnée par la réglementation algérienne.

D'après les résultats de la figure 20, on remarque que les valeurs de sodium pour les eaux de surface varient entre 21.5 mg/l et 38 mg/l pendant les mois de Mars, Avril et Mai. Et entre 30 mg/l et 21.55 mg/l pour les eaux de profondeur, tandis que pour les eaux traitées les valeurs de sodium varient entre 22 mg/l et 36 mg/l durant les cinq mois.

Les résultats obtenus restent conforme aux normes algériennes.



**Figure 20:** Variation du sodium des échantillons prélevés durant les cinq mois

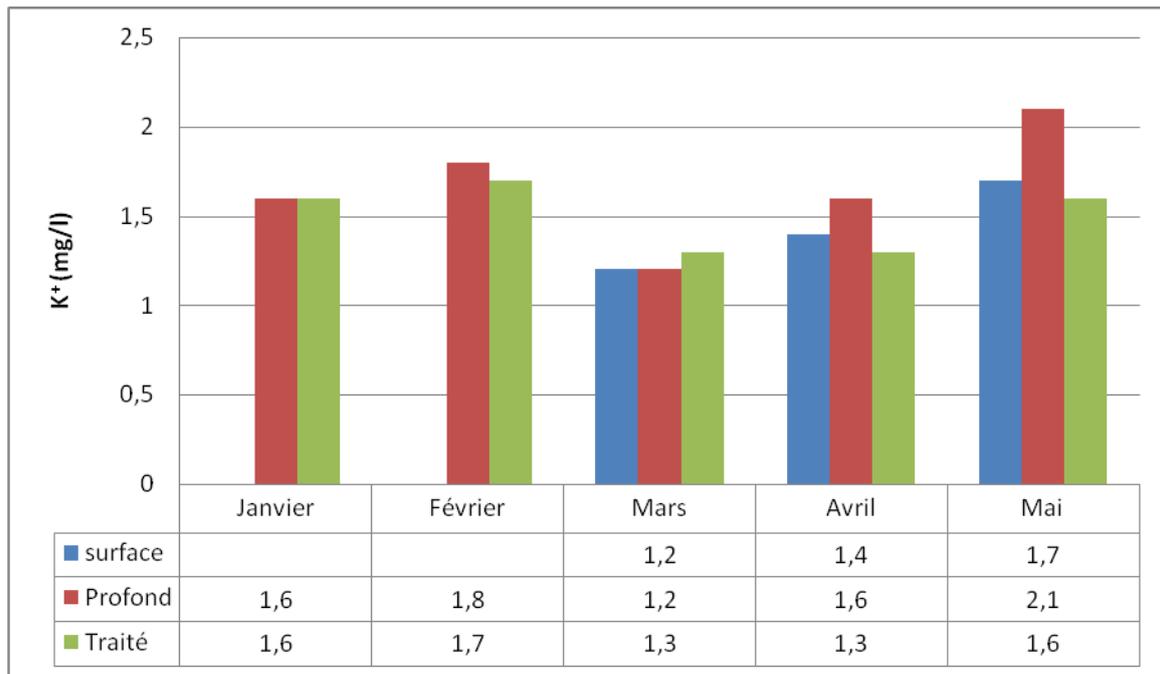
#### IV.1.11.Potassium

Les résultats d'analyse du potassium mesuré des eaux étudiées sont présentés dans la figure (21).

Les teneurs en potassium sont très faibles, au cours des enregistrements, elles varient entre 1.2 mg/l et 1.7 mg/l pour les eaux de surface pendant les mois de Mars, Avril et Mai. Et entre 1.2 mg/l et 2.1 mg/l pour les eaux de profondeur, et pour les eaux traitées elles varient entre 1.3 mg/l et 1.7 mg/l durant les cinq mois.

Généralement le potassium est beaucoup moins abondant que le sodium et rarement présent dans l'eau.

La valeur limite donnée par la réglementation algérienne est de 10 mg/l, donc les résultats d'analyse sont conformes avec la normalisation.



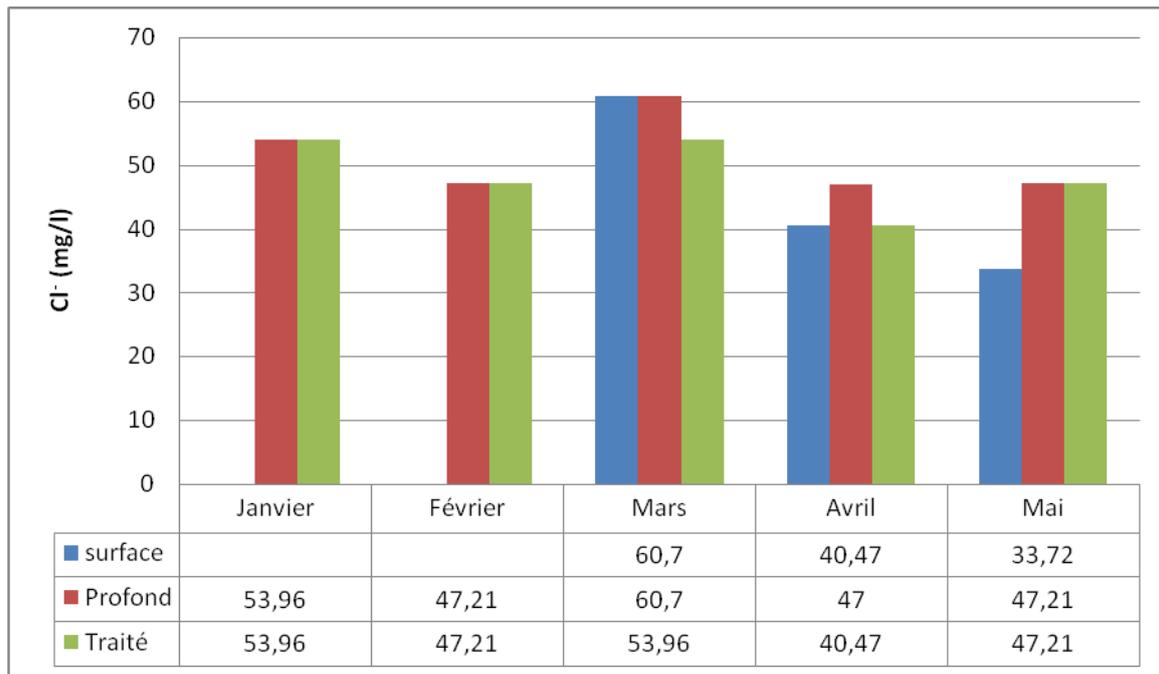
**Figure 21:** Variation du potassium des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.12. Chlorure

Les résultats d'analyse du chlorure mesuré des eaux étudiées sont présentés dans la figure (22).

Nous remarquons que les valeurs des chlorures des eaux de surface diminuent entre les mois de Mars 60.7 mg/l, Avril 40.47 mg/l, Mai 33.72 mg/l. Et pour les échantillons prélevés en profondeur et les eaux traitées nous constatons que les valeurs des chlorures diminuent progressivement durant les mois de Janvier 53.96 mg/l, Février 47.21 mg/l puis augmente en Mars 60.7 mg/l -53.96 mg/l, pour atteindre une valeur minimale de 47 mg/l et 40.47 mg/l au mois d'Avril respectivement, et au mois de Mai, les valeurs ont légèrement augmenté.

Donc les résultats d'analyse restent conformes aux normes algériennes qui fixent une concentration maximale admissible de 500 mg/l pour les eaux potables et 600 mg/l pour les eaux superficielles.



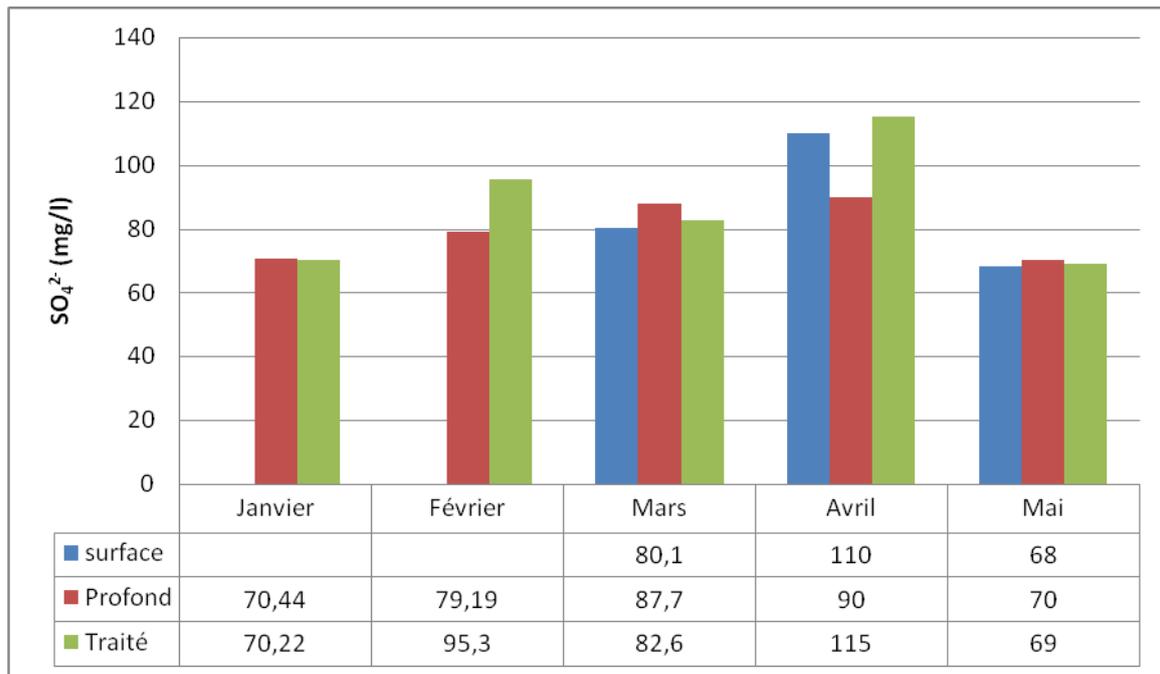
**Figure 22:** Variation du chlorure des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.13.Sulfate

Les résultats d'analyse du sulfate mesuré des eaux étudiées sont présentés dans la figure (23).

Nous remarquons que les valeurs des sulfates des eaux de surface augmentent entre les mois de Mars 80.1 mg/l, Avril 110mg/l puis diminue en Mai 68 mg/l. Tandis que pour les eaux de profondeur les valeurs des sulfates augmentent progressivement durant les mois de Janvier 70.44 mg/l, Février 79.19 mg/l, Mars 87.7 mg/l et Avril 90 mg/l pour atteindre une valeur minimale de 70 mg/l au mois de Mai. Et pour les eaux traitées les valeurs obtenues durant les cinq mois varient entre un minimum 69 mg/l au mois de Mai et un maximum 115 mg/l au mois d'Avril.

Les valeurs sont inférieure à la concentration maximale admissible décrétée par les normes algériennes 400 mg/l.

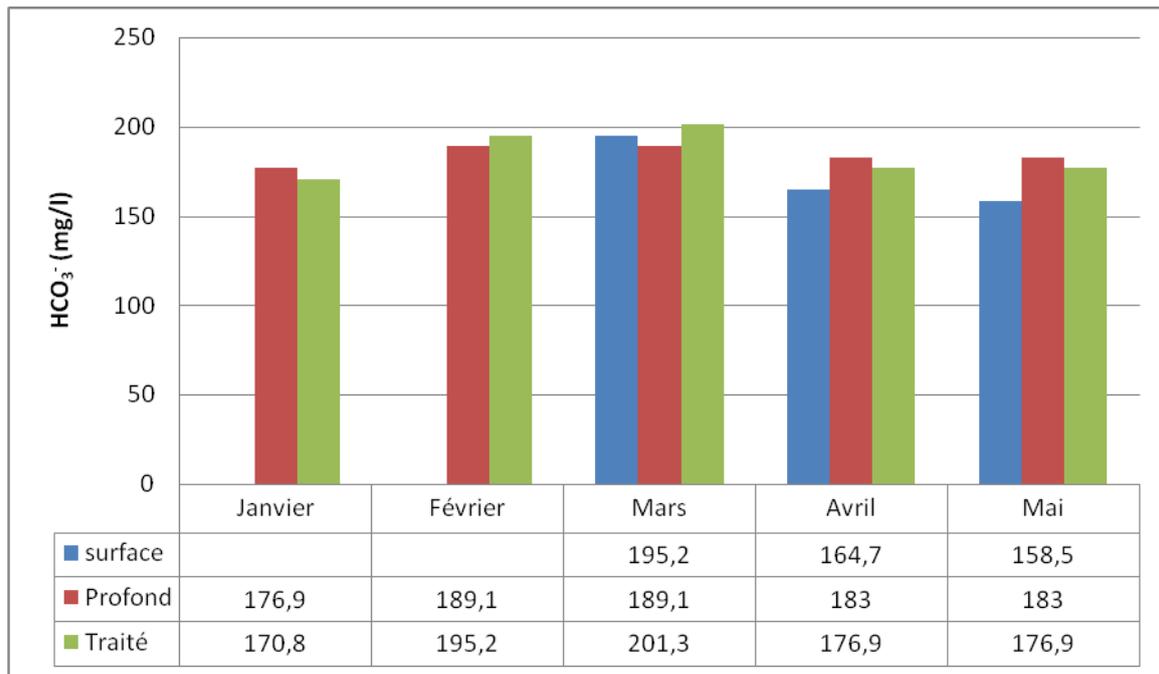


**Figure 23:** Variation du sulfate des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.14. Bicarbonate

Les résultats d'analyse du bicarbonate mesuré des eaux étudiées sont présentés dans la figure (24).

À partir de la figure (24) nous remarquons une diminution des valeurs de bicarbonate au niveau des eaux de surface durant les mois de Mars 195.2 mg/l, Avril 164.7 mg/l et Mai 158.5 mg/l. Tandis que dans les eaux de profondeur les valeurs obtenues durant les cinq mois varient entre un minimum 176.9 mg/l au mois de Janvier et un maximum 189.1 mg/l au mois Février et Mars. Et pour les eaux traitées elles varient entre 170.8 mg/l et 201.3 mg/l.



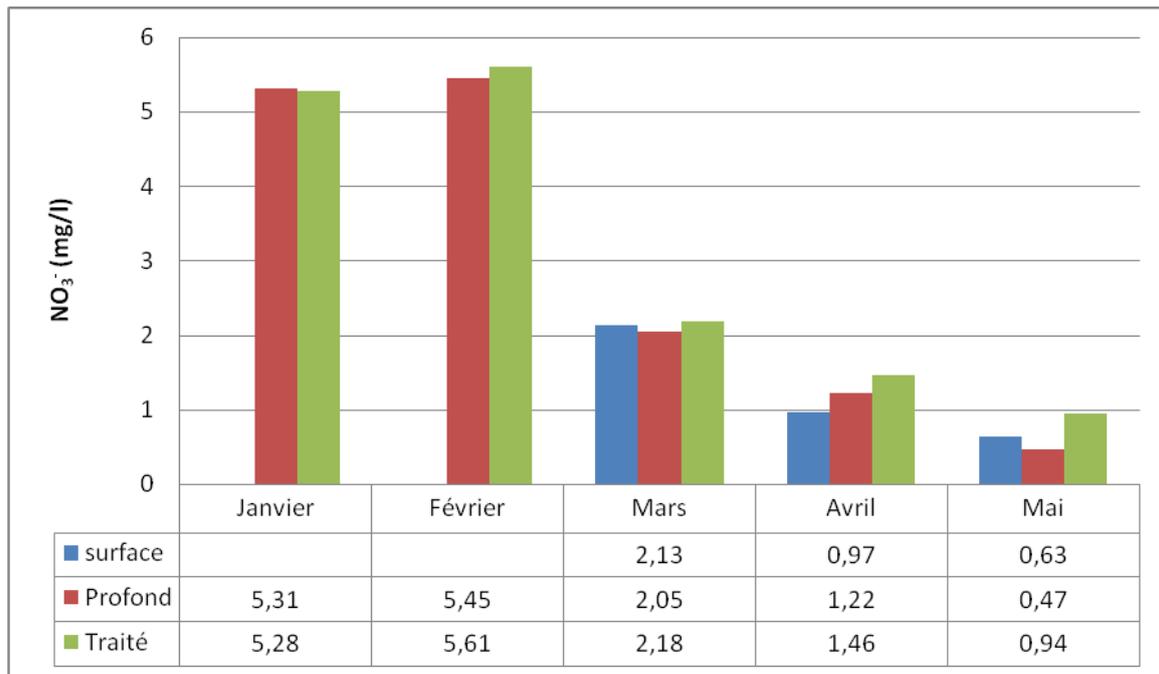
**Figure 24:** Variation du bicarbonate des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.15.Nitrate

Les résultats d'analyse du nitrate mesuré des eaux étudiées sont présentés dans la figure (25).

D'après la figure nous remarquons que les valeurs de nitrate de l'eau prélevée à la surface varient entre 0.63 mg/l et 2.13 mg/l durant les mois de Mars, Avril et Mai. Tandis que pour l'eau de profondeur à 18m les valeurs enregistrées durant les cinq mois varient entre un minimum 0.47 mg/l au mois de Mai, et un maximum 5.45 mg/l au mois de Février. Et pour l'eau traitée les valeurs de nitrate varient entre 0.94 mg/l et 5.61 mg/l pendant les cinq mois.

Les résultats obtenus à partir de nos prélèvements sont conformes aux normes algériennes (50 mg/l).



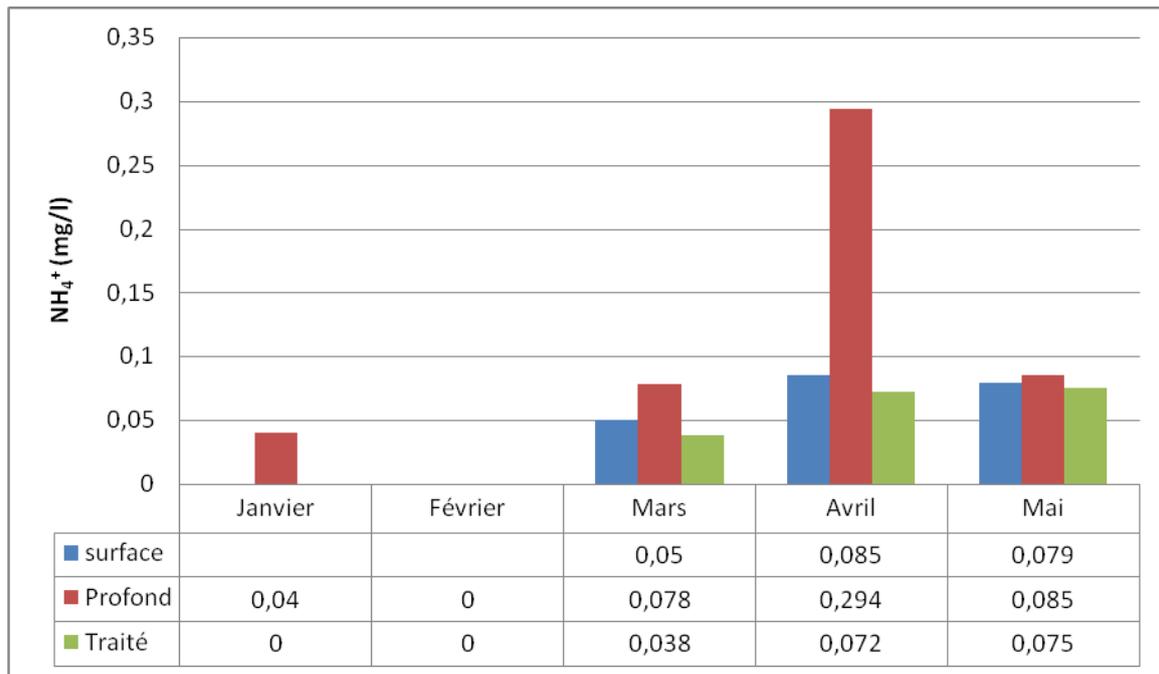
**Figure 25:** Variation du nitrate des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.16. Ammonium

Les résultats d'analyse de l'ammonium mesuré des eaux étudiées sont présentés dans la figure (26).

Les échantillons de l'eau brute contiennent d'ammonium, leurs valeurs enregistrées sont dans les normes qui varient entre une valeur minimum 0.04 mg/l et une valeur maximum 0.294 mg/l. Et pour l'eau traitée présente des valeurs d'ammonium presque négligeables vis-à-vis des normes.

Les normes algériennes fixent une concentration maximale admissible de 0.5 mg/l pour les eaux potables et 4 mg/l pour les eaux superficielles.



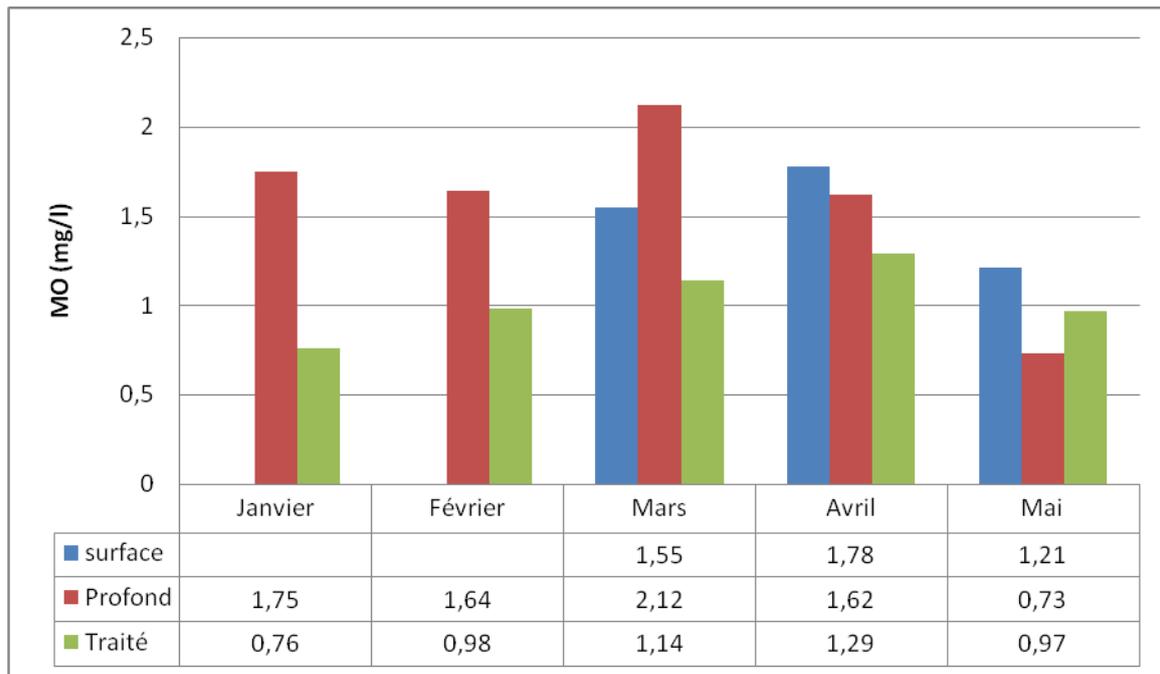
**Figure 26:** Variation de l'ammonium des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.17.Matière organique

Les résultats d'analyse de la matière organique mesuré des eaux étudiées sont présentés dans la figure (27).

D'après la figure nous remarquons que les valeurs de la matière organique de l'eau prélevée à la surface varient entre 1.21 mg/l et 1.78 mg/l durant les mois de Mars, Avril et Mai. Tandis que pour l'eau de profondeur à 18m les valeurs enregistrées durant les cinq mois varient entre un minimum 0.73 mg/l au mois de Mai, et un maximum 2.12 mg/l au mois de Mars. Et pour l'eau traitée les valeurs enregistrées varient entre 0.76 mg/l et 1.29 mg/l pendant les cinq mois.

Les résultats obtenus à partir de nos prélèvements sont conformes aux normes algériennes (4 mg/l).



**Figure 27:** Variation de la matière organique des échantillons prélevés durant les cinq mois

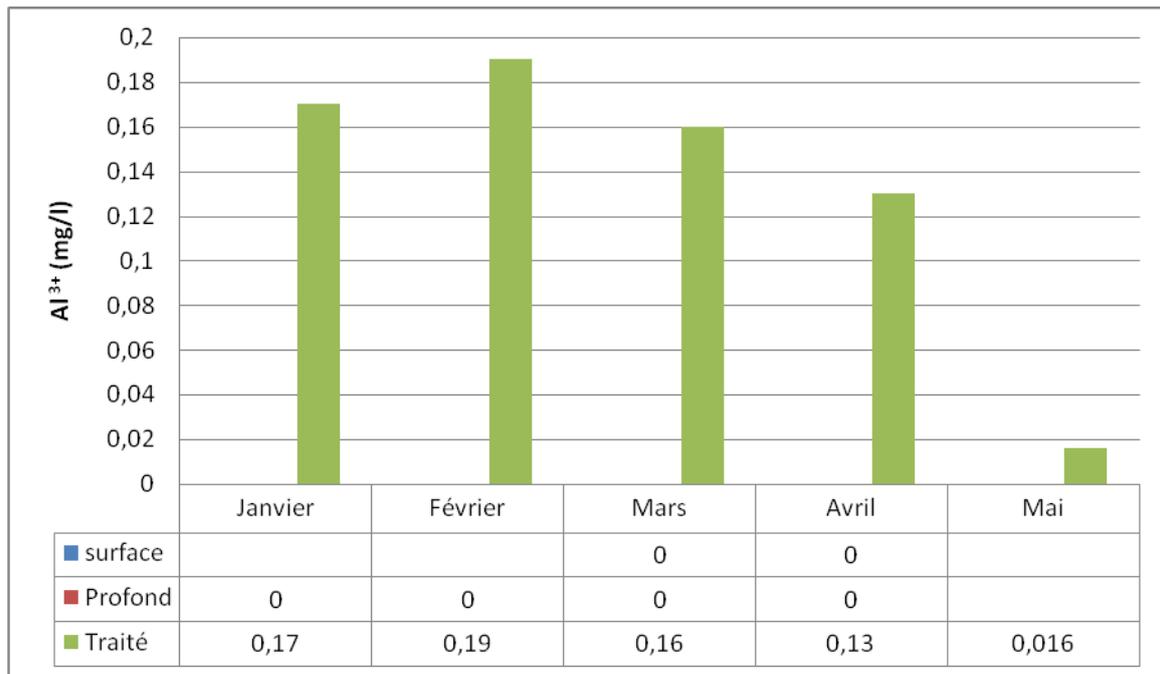
#### IV.1.18. Aluminium

Les résultats d'analyse de l'Aluminium mesuré des eaux étudiées sont présentés dans la figure (28).

À partir de la figure (28), nous constatons qu'il ya une absence de l'aluminium dans l'eau brute de barrage mais il existe dans l'eau traité avec une légère quantité entre 0.016 et 0.19.

Les sulfates d'aluminium sont utilisés dans le traitement des eaux de surface comme agent flocculant et clarifiant pour éliminer la matière organique dissoute et les particules en suspension, afin de réduire la turbidité.

Les résultats obtenus à partir de nos prélèvements sont conformes aux normes algériennes (0.2mg/l).



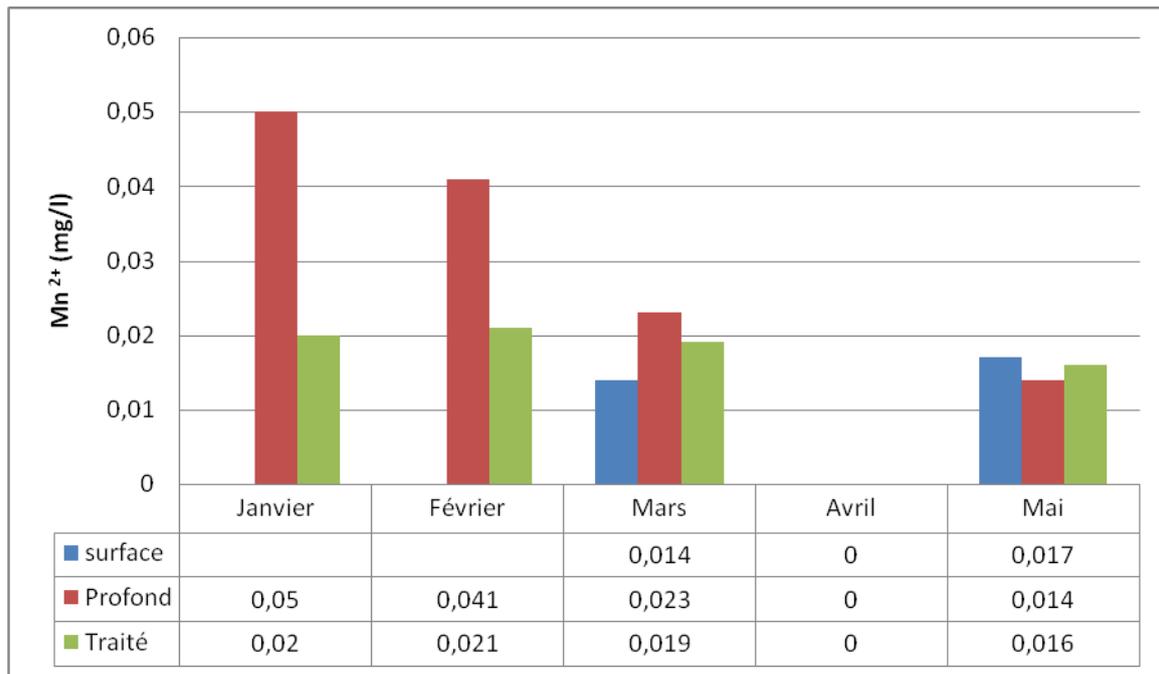
**Figure 28:** Variation de l'aluminium des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.19.Manganèse

Les résultats d'analyse du manganèse mesuré des eaux étudiées sont présentés dans la figure (29).

D'après la figure nous remarquons que les valeurs de manganèse de l'eau prélevée à la surface varient entre 0.014 mg/l noté au mois de Mars et 0.017 mg/l relevé au mois de Mai, et son absence en Avril. Tandis que pour l'eau de profondeur à 18m les valeurs enregistrées durant les cinq mois varient entre une absence au mois d'Avril, et un maximum 0.05 mg/l au mois de Janvier. Et pour l'eau traitée les valeurs enregistrées varient entre 0 mg/l et 0.021 mg/l pendant les cinq mois.

Les teneurs en manganèse des échantillons analysés sont conformes à la norme algérienne (0.05 mg/l).



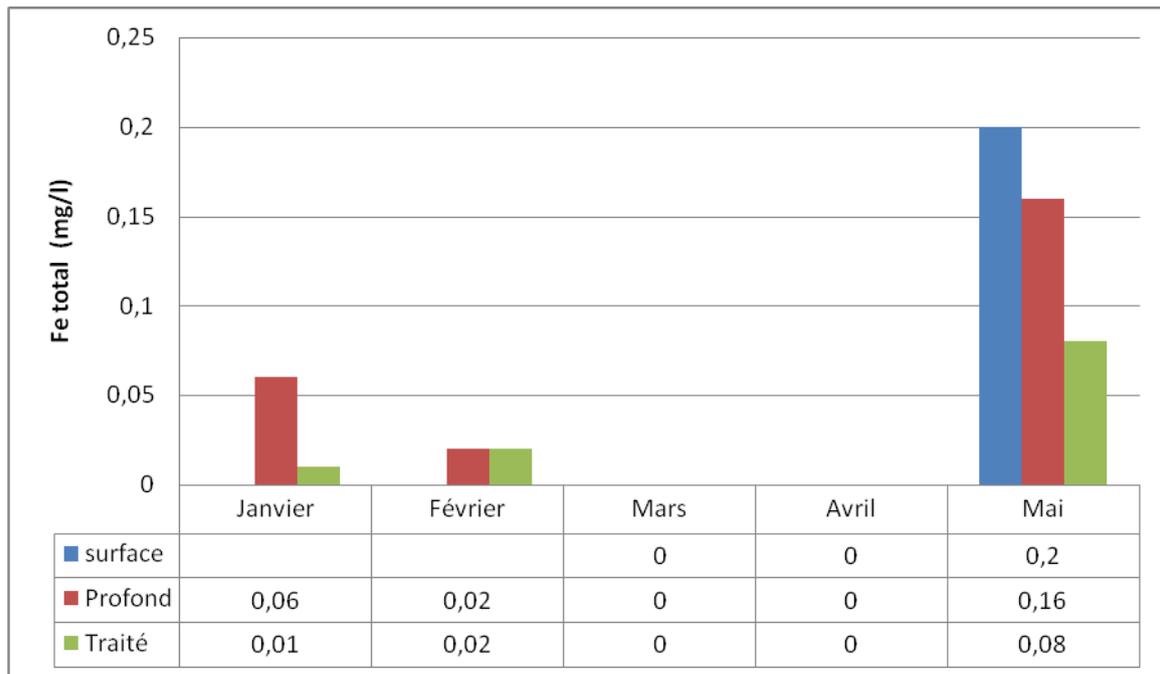
**Figure 29:** Variation du manganèse des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.20.Fer total

Les résultats d'analyse du fer mesuré des eaux étudiées sont présentés dans la figure (30).

A partir de la figure (30), nous remarquons la présence de fer dans l'eau brute dans des proportions variables entre 0,02 et 0,2, alors qu'il est absent en Mars et Avril. En revanche, Dans les eaux traitées, la présence de fer se présente sous forme de traces durant les cinq mois.

La valeur limite donnée par la réglementation algérienne est de 0.3 mg/L donc les résultats obtenus pour les eaux analysées sont conformes aux normes prescrites.



**Figure 30:** Variation du fer des échantillons prélevés durant les cinq mois

#### IV.1.21.Nitrite

Les nitrites sont les indicateurs de la pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates. Dans notre analyse les échantillons ont une teneur en nitrites est inférieure à 0,02 mg/l, ces teneurs sont inférieurs à la norme algérienne de 0,2 mg/l. qui existe sous forme de trace .

#### IV.1.22.Phosphate

Les niveaux supérieurs à 0,5 mg/L doivent constituer un indice de pollution. Ce n'était pas le cas dans les eaux que nous avons étudiées, où nous avons trouvé des teneurs inférieures à 0,03 mg/l, ce qui est inférieur à la limite fixée par la réglementation algérienne (la valeur maximale autorisée est de 0,5 mg/l).

## IV.2. Résultats des analyses bactériologiques

### IV.2.1. Flores aérobies mésophiles totaux

**Tableau 14** : Résultat de la recherche des germes mésophiles totaux à 37°C.

Germes totaux 37°C	Surface	Profondeur à 18m	Traité	Unité
Janvier	/	11	2	UFC/100ml
Février	/	0	32	
Mars	27	4	0	
Avril	12	8	0	
Mai	7	0	0	

D'après les résultats obtenus des mésophiles totaux à 37°C nous avons enregistré une valeur minimum 7 UFC/100ml et une valeur maximum 27 UFC/100ml dans les eaux de surface. Par contre dans les eaux de profondeur les résultats obtenus varient entre un minimum 4 UFC/100ml et un maximum 11 UFC/100ml. Et pour les eaux traitées nous avons enregistré la présence de ces germes que pour les mois de Janvier et Février de valeurs de 2 et 32 UFC/100ml respectivement.

Nous avons remarqué une présence de 32 UFC/100ml au mois de Février dans l'eau traitée ceci peut être due que forte possible ce nombre de germes issus par une contamination par le manipulateur.

**Tableau 15** : Résultat de la recherche des germes mésophiles totaux à 22°C.

Germes totaux 22°C	Surface	Profondeur à 18m	Traité	Unité
Janvier	/	8	2	UFC/100ml
Février	/	14	0	
Mars	152	41	13	
Avril	164	172	0	
Mai	32	152	0	

Les valeurs obtenus des germes totaux à 22°C pour l'eau de surface varient entre 32 UFC/100ml et 164 UFC/100ml. Tandis que dans les eaux de profondeur nous avons enregistré une valeur minimum 8 UFC/100ml et une valeur maximum 172 UFC/100ml. Et pour les eaux traitées nous avons enregistré la présence de ces germes uniquement en Janvier et Mars.

Le dénombrement de la flore mésophile totale est considéré comme un type d'indicateurs beaucoup plus général, vis-à-vis de toute pollution microbiologique ; celui-ci détermine la totalité de la charge bactérienne. La stabilité des dénombrements bactériens est donc un bon signe de protection.

La charge en flore mésophile totale augmente avec la température de l'eau.

La présence des germes totaux dans un réseau de distribution d'eau potable est due à une reviviscence bactérienne (formation d'un biofilm sur les parois des conduites d'eau potable), particulièrement lorsque les concentrations de chlore libre sont faibles (Lee et al 2006). Un taux de chlore résiduel supérieur à 0,5 mg/l est nécessaire pour réduire un biofilm (Ollos et al 1998).

#### IV.2.2.Coliformes totaux

**Tableau 16** : Résultat de la recherche des coliformes totaux.

Type d'eau Mois	Surface	Profondeur à 18m	Traité	Unité
Janvier	/	5	0	UFC/100ml
Février	/	0	0	
Mars	0	1	0	
Avril	3	5	0	
Mai	8	1	0	

Les valeurs obtenues durant les 5 mois de prélèvement de l'eau brute de surface et de profondeur varient entre absence et présence des coliformes totaux pour les mois de Février et Mars, par contre nous avons enregistré un maximum pour l'eau de surface au mois de Mai de 8 UFC /100 ml, et 5 UFC /100 ml pour l'eau de profondeur à 18 m durant les mois de

Janvier et le mois d'Avril. Le minimum est enregistré pour les autres mois à savoir le mois de Mars et le mois de Mai à 1 UFC /100 ml.

D'après les résultats obtenus, La pollution peut provenir d'animaux (excréments), et les activités agricoles, d'autant plus que les habitants de la zone utilisent des déchets des bovins comme engrais pour les terres agricoles (Patoine 2011).

Tandis que dans les échantillons prélevés de l'eau traitée nous avons enregistré une absence totale des coliformes totaux.

Ces résultats sont conformes aux normes algériennes de qualité des eaux de surface (50000 UFC/100 ml) et des eaux potables (0 UFC/100 ml)

Pour que la désinfection au chlore soit efficace, (eau exempte de coliformes totaux dans un échantillon de 100 ml d'eau), il est nécessaire :

- ✓ Que la turbidité et la matière organique soient aussi faible que possible (turbidité inférieure à 1 NTU) ;
- ✓ Que le pH soit, de préférence, inférieur à 8 ;
- ✓ Qu'après une durée de contact de l'ordre de 15 minutes, le chlore libre résiduel soit compris entre 0,2 et 0,5 mg/l (Hashmi et al 2009).

#### IV.2.3. Coliformes fécaux

**Tableau 17** : Résultat de la recherche des coliformes fécaux.

Type d'eau Mois	Surface	Profondeur à 18m	Traité	Unité
Janvier	/	1	0	UFC/100ml
Février	/	0	0	
Mars	0	0	0	
Avril	0	1	0	
Mai	0	1	0	

D'après les résultats obtenus nous avons enregistré une absence totale des coliformes fécaux dans les eaux de surface et les eaux traitées.

Tandis que dans les eaux de profondeur les résultats obtenus montrent la présence d'un 1 UFC/100ml des coliformes fécaux.

Ces résultats sont conformes aux normes algériennes de qualité des eaux de surface (20000 UFC/100 ml) et des eaux potables (0 UFC/100 ml).

L'intérêt de la détection des coliformes fécaux, à titre d'organismes indicateurs, réside dans le fait que leur survie dans l'environnement est généralement équivalente à celle des bactéries pathogènes et que leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution produite par les matières fécales (Chahlaoui 1996).

Ce type de bactéries est particulièrement sensible à la désinfection et a la particularité de se développer difficilement à l'intérieur d'un réseau. Sa présence indique qu'une contamination fécale s'est introduite dans le réseau (RQEP 2006).

#### IV.2.4. Streptocoques fécaux

**Tableau 18** : Résultat de la recherche des Streptocoques fécaux.

Type d'eau Mois	Surface	Profondeur à 18m	Traité	Unité
Janvier	/	2	0	UFC/100ml
Février	/	0	0	
Mars	0	4	0	
Avril	1	0	0	
Mai	6	5	0	

L'analyse des prélèvements de l'eau de barrage montrent la présence des streptocoques fécaux, avec des valeurs variant entre 1 UFC/100ml noté au mois d'Avril, et 6 UFC/100ml enregistré au mois de Mai.

Par contre nous avons enregistré une absence totale de ces germes dans les eaux traitées. Ces résultats restent dans les normes algériennes de qualité des eaux de surface (10000 UFC/100 ml) et des eaux potables (0 UFC/100 ml).

Ces germes sont associés aux coliformes fécaux, ils sont considérés comme un indicateur de pollution, ainsi un indicateur de l'efficacité de traitement, car ils sont nettement plus résistants au stress et à la chloration que les coliformes et survivent généralement plus longtemps dans l'environnement (Payement et al 2003).

#### IV.2.5. Clostridium sulfito-réducteurs

**Tableau 19** : Résultat de la recherche des ASR

Type d'eau Mois	Surface	Profondeur à 18m	Traité	Unité
Janvier	/	0	0	UFC/20ml
Février	/	1	0	
Mars	0	0	0	
Avril	0	0	0	
Mai	0	1	0	

Les résultats de la recherche des clostridium sulfito-réducteurs montrent que les eaux traitées et les eaux de surface sont dépourvues de toute présence des spores de Clostridium. Par contre dans les eaux de profondeur les résultats obtenus montrent la présence d'un faible nombre des ASR.

Ces germes sont capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent aussi un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (Georges et al 2002).

# *Conclusion générale*

## Conclusion générale

Notre étude porte sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de barrage de Sidi M'hamed Ben Taïba, et cela pour trois échantillons, le premier correspond à l'eau de surface, le deuxième de l'eau de profonde à 18 m, et le troisième est celui de l'eau traitée durant une période de cinq mois.

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau brute montrent que cette dernière est caractérisée par une température inférieure à 25°C qui est saisonnière, un pH alcalin entre 7.48 à 8.46 ; une moyenne de 599.5  $\mu\text{s}/\text{cm}$  de la conductivité électrique, avec une salinité qui ne dépasse pas 288 mg/l, et une turbidité variable durant la période d'analyse entre 1.48 à 6.29 NTU. Or que les concentrations des cations et des anions restent dans les normes recommandées, et enfin les teneurs des paramètres de pollution et indésirables traduisent une eau de bonne qualité.

Par conséquent, l'eau brute du barrage est de qualité physico-chimique et bactériologique acceptable, car les résultats d'analyse répondent aux normes algériennes d'eau brute. Cette qualité vient du fait que le barrage de Sidi M'hamed Ben Taïba est loin d'être pollué par les rejets directs d'eaux usées industrielles ou domestiques. Bien que nous ayons trouvé une contamination bactérienne fécale provenant d'animaux broutant près du barrage, ce nombre de bactéries reste toujours dans les normes recommandées.

Les résultats d'analyses physico-chimique et bactériologique pour les eaux traitées durant une période de 5 mois sont conformément à la norme algérienne recommandée. Au vu des résultats obtenus dans ce travail, nous pouvons affirmer que le processus de traitement est efficace, dont l'eau devient potable et bonne pour la consommation humaine.

*Références*

*Bibliographiques*

## Références bibliographiques

- **ABDESSELEM. A, (1999)** : Suive De La Qualité Microbiologique Et Physicochimique De Trois Serres Alimentant De La Région De Tlemcen, Mémoire d'ingénieur institut de biologie, université de Tlemcen. pp 2-18.
- **ADE, (2022)** : Algérienne Des Eaux.
- **ANBT, (2022)** : Agence National des Barrages et Transferts.
- **Anton.S et Pougatsch.H, (2011)** : LES BARRAGES- DU PROJET A LA MISE EN SERVICE. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), école polytechnique fédérale de Lausanne, 714p.
- **BEDDAL.D, (2007)** : Contribution au contrôle des infiltrations a travers la fondation du barrage SMBT Ain Defla.
- **Benson-Evans K, Randerson P, Al-Asadi MS, (2006)** : Ecological studies of three west Algerian rivers: The river Cheliff and its tributary the river Mina. Mesopotamian Journal of Marine Science.
- **BERNE. F, JEAN. C, (1991)** : Traitement des eaux, Édition TECHNIP, 306 p.
- **BERTRAND. G, (2008)** : Utiliser L'eau De Pluie, Editions Eyrolles, 130 p.
- **Boeglin, J.C, (2001)** : Propriétés des eaux naturelles. Environnement Technologies de l'eau. Technique de l'ingénieur.
- **BONNEFOY. C, LEYRAL. G, GUILLET. F, (2002)** : Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 245p.
- **BONNIN. J, (1982)** : Aide Mémoire Hydraulique Urbaine, Éditions eyrolles, p 25.
- **BOUZIANI. M, (2000)** : L'eau De La Pénurie A La Maladie. Edition Ebeanthaldoun, pp84.
- **CATHERINE. G, (2009)** : La qualité chimique de l'eau, 3ème Éditions, Paris, p10.
- **Chahlaoui. A, (1996)** : Etude hydro biologique de l'oued Boufekrane (Meknès), Impact sur l'environnement et la santé. Thèse d'état de l'université de Meknès, Maroc, 234 p.

- **Cherif.S.M et Bouhassane.M.C, (2013) :** ETUDE COMPARATIVE DES BARRAGES A NOYAU CENTRAL. Mémoire de Master. Tlemcen : université abou bekr belkaid, faculté de technologie, 93p.
- **COINL. M, (1981) :** La Pratique De L'eau Usage Domestique Collective a l'industrielle, Edition Lavoisier, pp 349-350.
- **Degremont, (1989) :** Mémento technique de l'eau. 2 volumes. 1a réédition Technique et Documentation Lavoisier.
- **Degrémont.S , (2005) :** Mémento technique de l'eau, 10ème Edition.
- **Delliou. P, (2003) :** LES BARRAGES : CONCEPTION ET MAINTENANCE. Presses universitaires de Lyon, Vaulx-en-Velin, vol. 1, 270 p.
- **DESJARDINS.R, (1997) :** Le traitement des eaux, 2ème édition revue et corrigée. Raymon.P302-304.
- **Durend. R, (2001) :** L'eau et la vie .Opéra .Nantes .p 76–86.
- **Gaujous.D, (1995) :** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire 2ème édition.
- **GEORGES. T, PIERRE. J, (2002) :** L'eau, patrimoine mondial commun, Belgique, presses universitaire de NUMUR, 303p.
- **Ghazali .D, Zaid. A, (2013) :** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknes –Maroc), Larhyss Journal, 12, PP : 25-36.
- **GRASCLAUD. G, (1999) :** L'eau. Tome 1. Milieu naturel et maîtrise. Edition INTRA. Paris. 204p.
- **GUILBERT. L, (2000) :** Chimie Dans La Buanderie, Projets d'Intégration des Sciences et des Technologies en Enseignement au Secondaire, p 21.
- **HADE. A, (2002) :** Nos Lacs – Les Connaître Pour Mieux Les Protéger, Éditions Fides, 360 p.
- **HASHMI. I, SHAUKAT. F, QAISER S, (2009) :** Incidence of fecal contamination within a public drinking water supply in Ratta Amral, Rawalpindi, Desalin. Water Treat., Vol.11, Issues 1-3, 124-131

- **JEAN-CLAUDE. B, (1983) :** Contrôle des Eaux Douces et de Consommation Humaine, Edition Techniques Ingénieur, pp 2-8.
- **Joel. G, (2003) :** La qualité de l'eau potable, technique et responsabilités, Paris, Novembre.
- **Kettab. A, (1992) :** « Traitement des eaux : Les eaux potables », Edition : Office des Publications Universitaires. Alger.
- **LEE D.G, SANG-JONG K, SEONG J. P, (2006) :** Effect of Reservoirs on Microbiological Water Qualities in a Drinking Water Distribution System, J. Microbiol. Biotechnol., Vol.16, Issue 7, 1060-1067.
- **Louafi mohamed nejib, (2013) :** Traitement des eaux de surface. Centre de formation intégré de la SONEDE.
- **Maïga Fatoumata Sokona, (2002) :** Manuel du cour d'hygiène du milieu, F.M.P.O.S.
- **MARCIER. J, (2000) :** Le grand livre du l'eau, Edition : la reconnaissance du livre, collecte art de vivre, p91.
- **Margat. J, (1992) :** L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective. Edition : Harmattan.
- **MEDDI, (2012) :** « Carte topographique du bassin Oued Abda ».
- **MEKHLOUFI. A et OUANOUGHIL.R, (2017) :** Etude des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux du barrage de BOUKOURDANE. MEMOIRE DE MASTER, Technologie, Des Sciences De L'eau Et Environnement, Tipaza.
- **MERABET. S, (2010) :** Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et Distribuées du barrage réservoir de beni Haroun. Mémoire de magister chimie analytique. Université mentouri de Constantine.
- **MOKEDDEM. K, OUDDANE. S, (2005) :** Qualité Physico-chimique Et Bactériologique De L'eau De Source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie –Mascara, pp 18-22.
- **Morette.A, (1964) :** Précis d'hydrologie. Éditions Masson.

- **Musy. A. et Higy. C, (2004) :** Hydrologie .Presses polytechnique et universitaire Romandes. p.32.
- **Nalco, (1983) :** Manuel de l'eau, Tec- Doc– Lavoisier, Paris.
- **Nordmann. F et Pinard L. G, (2000) :** Chimie de l'eau et corrosion des REP. Corrosion vieillissement. Matériaux. Technique de l'ingénieur.
- **Norme internationale ISO 6461/1-1986.**
- **OLLOS P.J, SLAWSON R.M, HUCK P.M, (1998) :** Bench scale investigations of bacterial regrowth in drinking water distribution systems, Water Sci. Technol., Vol.38, N°8-9, 275-282.
- **OMS, (1984) :** Guide pratique pour l'eau potable et l'assainissement rural et suburbain.
- **ONID, (2022) :** Office National de l'Irrigation et du Drainage.
- **PAPA. M, (2005) :** Les Eaux A Usage Industriel, Edition EP5, p 17.
- **Patoine.M, (2011) :** Influence de la densité animale sur la concentration des coliformes fécaux dans les cours d'eau du Québec méridional, Canada, Revue des sciences de l'eau, Vol. 24, n°4, 421-435.
- **PAUL. R, (1998) :** Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles: Épuraton, utilisation, Société d'Éditions techniques, 192 p.
- **PAYEMENT. P, WAITE. M, DUFOUR. A, (2003) :** Introducing parameters for the assessment of drinking water quality, Chapter 2, 47-77.
- **Rejesk. F, (2002) :** analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques Ed CRDP d'aquitaine France 358p
- **Rodier. J, Bazin. C, Broutin. J, Champsaur. H et Rodi. L, (2005) :** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 8ème Ed. Dunod. Paris.
- **RODIER. J, (2009) :** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. [9<sup>ème</sup> édition]: Dunod, Paris, (d'après le journal officiel).

- **RQEP, (2006)** : Règlement sur la Qualité de l'Eau Potable, Vol.2, présentation du règlement, Québec, Canada, 282p.
- **Sari Hassiba, (2014)** : Contribution a l'étude de la qualité chimique et bactériologique de l'eau de la source « ATTAR» (TLEMCEN). Mémoire magister. Université ABOUBEKR BELKAID TLEMC. P : 92.
- **SIGG.L, BEHRA, STUMM.W, (2000)** : Chimie des milieux aquatiques, édition DONOD, paris.
- **Squilbin Marianne, Yourassowsky Catherine, (2005)** : Qualité physico-chimique des eaux de surface. 16p.
- **TARDAT HENRY. M, (1992)** : Chimie Des Eaux, 2ème Edition, Les éditions du Griffon d'Argile, pp 213-215.
- **Touhari Fadhila, (2015)** : Etude de la Qualité des Eaux de la vallée du Haut Cheliff, Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique.

*Annexe*

## Annexe I : Matériels et équipement

### ✚ Matériels pour échantillonnage

- Bouteille d'échantillonnage d'eau.
- Flacons stériles en verre.
- Bouteilles en plastique.
- Glacière.

### ✚ I.1. Matériels pour les analyses physico-chimiques

#### ➤ Verrerie

- Fioles 50ml, 100ml.
- Erlenmeyers.
- Béchers.
- Pipettes graduées.
- Eprouvettes.
- Burettes.
- Eprouvettes.
- Tubes à essais.
- Burettes.
- Pissettes.
- Spatules.
- Cuvette.
- Propipette automatique.

#### ➤ Appareillage

- Etuve
- Spectrophotomètre
- pH mètre/Multiparamètres
- Turbidimètre
- Plaque chauffante
- Balance
- Dessiccateur

## **I.2. Matériels pour les analyses bactériologiques**

### **➤ Appareillage, verrerie et instruments**

- Tubes à essai stériles.
- Bec bunsen.
- Etuve à 37 C°, 44 C°, 22 C°.
- Réfrigérateur.
- Flacons en verre de 250ml stériles.
- Bain Marie.
- Compteur des colonies.
- Rampe de filtration.
- Pipette Pasteur.
- Anse de platine.
- Pince
- Papiers filtres millipores (0.45µm), (0.22µm).

### **➤ Milieux de cultures**

- Milieu de Tryptone Glucose Extract Agar (TGEA).
- Milieu de Tergitol.
- Gélose viande-foie.
- Milieu de Slanetz et Bartley.
- Gélose Bile Esculine Azide (BEA).
- Bouillon tryptophane

### **➤ Réactifs et solutions**

- Réactifs de Kovacs.
- Les disques d'oxydase.
- Eau distillée.

## **Annexe II : composition des réactifs utilisés**

### **✓ 1-Solution d'hydroxyde de sodium ( NaOH ) 2 N :**

- NaOH (pastilles) ..... 80 g.
- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

✓ **2- Solution d'E.D.T.A N/50 (C<sub>10</sub> H<sub>14</sub> N<sub>2</sub> Na<sub>2</sub> O<sub>8</sub> 2H<sub>2</sub>O) : (0,02N ou 0,01M)**

- EDTA ..... 3,725 g. après déshydratation à 80°C pendant 2 h.
- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

✓ **3- Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH<sub>4</sub>OH) pH = 10,1:**

- Chlorure d'ammonium .....67,5 g.
- NH<sub>4</sub>OH (25%) ..... 570 ml
- HCl concentré .....jusqu'à.....pH = 10,1
- H<sub>2</sub>O distillée .....q.s.p 1000

✓ **4-Solution de nitrate d'argent à 0,01 N:**

- 1,6987 d'AgNO<sub>3</sub> → 1000 ml d'eau distillée

✓ **5- Indicateur coloré K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> à 10 %:**

- 10g de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> → Q.S.P 100 ml d'H<sub>2</sub>O distillée.

✓ **6-Solution de chlorures à 71 mg/l:**

- 0.107g de NH<sub>4</sub>Cl.....1000ml d'eau distillée.

✓ **7-Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 h) :**

- 0.5 g de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.

✓ **8-Solution d'hydroxyde de sodium à 30 % :**

- 30 g de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.

✓ **9-Tartrate double de sodium et de potassium :**

- Hydroxyde de sodium Na OH ..... 400 g.
- Tartrate de sodium et de potassium ..... 60 g.
- Eau distillée .....qsp 1000 ml.
- Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

✓ **10-Réactif Mixte (pour les nitrites):**

- Sulfanilamide ..... 40 g.
- Acide phosphorique ..... 100 ml.

- N-1- Naphtyl éthylène diamine ..... 2 g.  
 - H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

✓ **11-Réactif Mixte (pour les phosphates) :**

- Heptamolybdate d'ammonium ..... 13 g. A  
 -Eau distillée ..... 100 ml.  
 -Tartrate d'antimoine ..... 0.35 g. B  
 -Eau distillée ..... 100 ml.  
 -Acide sulfurique pur ..... 150 ml © C  
 -Eau distillée ..... 150 ml.

(A + B) + C → 500 ml d'eau distillée.

✓ **12-Acide ascorbique à 10 %:**

- Acide ascorbique.....10 g.  
 -Eau distillée .....100ml.

✓ **13-Solution stabilisante :**

- Acide chlorhydrique (c) ..... 60 ml.  
 -Ethanol ..... 200 ml.  
 -Chlorure de sodium ..... 150 g.  
 -Glycérol ..... 100 ml.  
 -Eau distillée ..... Q.S.P. 1000 ml.

✓ **14-Solution de chlorure de baryum :**

- Chlorure de baryum ..... 150 g.  
 -Acide chlorhydrique ..... 5 ml.  
 -Eau distillée ..... Q.S.P. 1000 ml.

✓ **15- Tampon Acétate:**

- Acétate d'ammonium ..... 40g  
 -Acide acétique cristallisable..... 50ml

---

-Eau distillée ..... Q.S.P. 1000 ml.

✓ **16- Chlorhydrate d'hydroxylamine à 10 % :**

-Chlorhydrate d'hydroxylamine .....10g

-Q.S.P .....100 ml d'eau distillée.

Cette solution est stable pendant une semaine.

✓ **17-Solution de Phénanthroline -1,10:**

-Dissoudre 0,42 g de Phénanthroline-1.10 monohydraté ( $C_{12}H_8N_2.H_2O$ ) dans 100ml d'eau distillée contenant 2gouttes d'Acide chlorhydrique.

Cette solution est stable pendant une semaine. Conserver dans un flacon teinté et au réfrigérateur.

✓ **18-Solution d'acide oxalique à 0.1 N :**

-  $C_2H_2O_4 .2H_2O$  ..... 6.3033 g.

-  $H_2SO_4$  (d=1.84) ..... 50 ml.

-  $H_2O$  distillée ..... q.s.p 1000 ml.

✓ **19-Solution d'acide oxalique à 0.01 N :**

-  $C_2H_2O_4$  à 0.1N ..... 100 ml

-  $H_2SO_4$  concentré ..... 50 ml.

-  $H_2O$  distillée ..... q.s.p 1000 ml.

✓ **20-Solution d'acide sulfurique diluée :(d=1.27)**

-  $H_2SO_4$  (d=1.84) ..... 1 volume

-  $H_2O$  distillée ..... 3 volumes

✓ **21-Solution de permanganate de potassium à 0.1 N :**

- $KMnO_4$  ..... 3.1608 g

- $H_2O$  distillée bouillante ..... q.s.p 1000 ml.

✓ **22-Solution de permanganate de potassium à 0.01 N :**

- Solution de  $\text{KMnO}_4$  à 0.1 N..... 100 ml
- $\text{H}_2\text{O}$  distillée ..... q.s.p 1000 ml.

✓ **23- Réactif de Kovacs :**

- Paradiméthylaminobenzaldehyde.....5 g
- Alcool iso-amylique.....75 ml
- Acide chlorhydrique.....25 ml

### Annexe III : Compositions des milieux de culture utilisés

#### 1. Recherche des germes totaux :

➤ **Gélose (TGEA) Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée :**

- Tryptone..... 5
- Extrait de viande ..... 3
- Glucose..... 1
- Gélose..... 15

pH final :  $7,0 \pm 0,2$

#### 2. Recherche des coliformes :

➤ **Milieu Tergitol :**

- Peptone pancréatique de viande..... 10g
- Extrait de viande..... 5g
- Extrait autolytique de levure..... 6g
- Lactose..... 20g
- Tergitol 7..... 0,1g
- Blue de bromothymol..... 50mg
- Chlorure de 2, 3,5-triphényltétrazolium.....25mg
- Agar.....15g
- On continue avec l'eau distillée jusqu'à 1000 ml.

pH final à  $25^\circ\text{C}$  : 7,2

---

➤ **Bouillon tryptophane**

-Tryptone.....	10g
-L-Tryptophane .....	1g
-Chlorure de sodium.....	5g
-Eau distillée .....	1000 ml

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C :  $7,5 \pm 0,2$ .

**3. Recherche des spores de *Clostridium sulfito-réducteurs* :**

➤ **Gélose viande-foie :**

-Base viande foie .....	30g
-Glucose .....	2g
-Agar.....	11g
-Amidon soluble .....	2g
-Sulfite de sodium .....	2.5g
-Citrate de fer ammoniacal.....	0.5g
-Eau distillée .....	1000 ml

pH final à 25°C : 7,6

**4. Recherche des Streptocoques fécaux :**

➤ **Milieu Slanetz et Bartley :**

-Tryptose.....	20g
-Extrait autolytique de levure .....	5g
-Glucose.....	2g
-Phosphate dipotassique.....	4g
-Azide de sodium .....	0,4g
-Chlorure de 2, 3, 5, Triphényltétrazolium .....	0,1g
-Agar .....	10g

-Eau distillée .....1000 ml

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

➤ **Gélose Bile Esculine Azide (BEA) :**

-Peptone .....17g

-Peptone pepsique de viande.....3g

-Extrait de levure.....5g

-Esculine.....1g

-Citrate de sodium.....0,5g

-Citrate de fer ammoniacal.....0,5g

-Bile de boeuf déshydratée.....10,5g

-Azide de sodium.....0,25g

-Chlorure de sodium.....5g

-Agar.....13g

-Eau distillée .....1000 ml

## Annexe IV : Résultats des analyses

### 1. Résultats des analyses physico-chimiques

		Paramètres physiques				
Mois	Lieu de prélèvement	ph	Cond (μS/cm)	Turb (NTU)	R.S (mg/l)	T (°C)
Janvier	Profondeur	7.48	593	1.48	510	14
	Traité	7.51	604	0.36	480	13.5
Février	Profondeur	8.46	608	2	686	15.5
	Traité	8.17	613	0.77	440	16
Mars	Profondeur	7.95	625	5.78	710	15.3
	Surface	8.3	606	6.29	686	15.6
	Traité	8.23	620	0.73	500	16.8

Avril	Profondeur	8.37	623	4.6	716	17.5
	Surface	8.2	624	4.44	696	18.8
	Traité	8.05	634	1.57	505	16.3
Mai	Profondeur	8.08	560	3.49	200	19.3
	Surface	8.36	557	3.09	200	19.7
	Traité	8.18	577	0.65	210	19.8

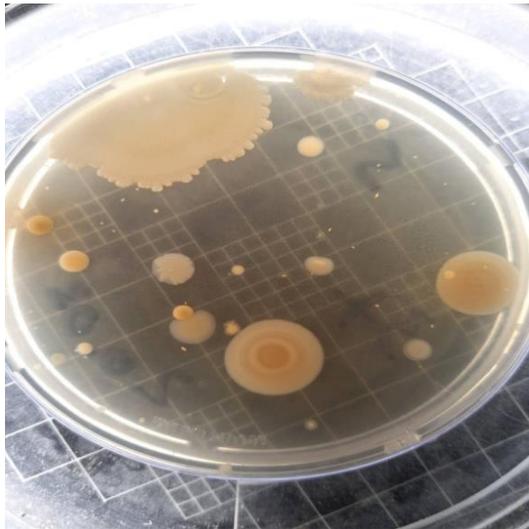
		<b>Bilan ionique</b>								
<b>Mois</b>	<b>Lieu de prélèvement</b>	Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	Th (°F)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)
Janvier	Profondeur	56	31.5	27	30	1.6	53.96	70.44	176.9	5.31
	Traité	60	31.6	28	31	1.6	53.96	70.22	170.8	5.28
Février	Profondeur	72	26.73	29	31	1.8	47.21	79.19	189.1	5.45
	Traité	56	31.59	27	31	1.7	47.21	95.3	195.2	5.61
Mars	Profondeur	60	26.73	26	34	1.2	60.7	87.7	189.1	2.05
	Surface	56	34.02	28	25	1.2	60.7	80.1	195.2	2.13
	Traité	60	26.7	26	27	1.3	53.96	82.6	201.3	2.18
Avril	Profondeur	68	17.01	24	40	1.6	47	90	183	1.22
	Surface	52	24.3	23	38	1.4	40.47	110	164.7	0.97
	Traité	64	24.2	26	36	1.3	40.47	115	176.9	1.46
Mai	Profondeur	56	19.4	22	21.5	2.1	47.21	70	183	0.47
	Surface	56	19.44	22	21.5	1.7	33.72	68	158.5	0.63
	Traité	56	17.01	21	22	1.6	47.21	69	176.9	0.94

		Paramètres de pollution			
Mois	Lieu de prélèvement	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	M.O (mg/l)
Janvier	Profondeur	<0.02	0.04	<0.03	1.75
	Traité	<0.02	<0.02	<0.03	0.76
Février	Profondeur	<0.02	<0.02	<0.03	1.64
	Traité	<0.02	<0.02	<0.03	0.98
Mars	Profondeur	<0.02	0.078	<0.03	2.12
	Surface	<0.02	0.05	<0.03	1.55
	Traité	<0.02	0.038	<0.03	1.14
Avril	Profondeur	0.05	0.294	<0.03	1.62
	Surface	0.05	0.085	<0.03	1.78
	Traité	<0.02	0.072	<0.03	1.29
Mai	Profondeur	0.03	0.085	<0.03	0.73
	Surface	0.01	0.079	<0.03	1.21
	Traité	<0.02	0.075	<0.03	0.97

		Paramètres indésirables		
Mois	Lieu de prélèvement	Al <sup>3+</sup> (mg/l)	Fe total (mg/l)	Mn <sup>2+</sup> (mg/l)
Janvier	Profondeur		0.06	0.05
	Traité	0.17	0.01	0.02
Février	Profondeur		0.02	0.04
	Traité	0.19	0.02	0.02
Mars	Profondeur		<0.01	<0.01
	Surface		<0.01	<0.01
	Traité	0.16	<0.01	<0.01
Avril	Profondeur		<0.01	<0.01
	Surface		<0.01	<0.01
	Traité	0.13	<0.01	<0.01
Mai	Profondeur		0.29	0.014
	Surface		0.16	0.017
	Traité	0.016	0.08	0.16

## 2. Résultats des analyses bactériologiques

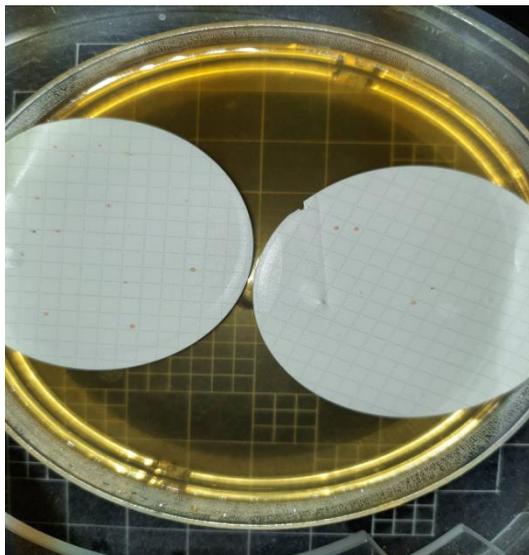
Mois	Point de prélèvement	Paramètres bactériologiques					
		C-T (germes/ 100ml)	E.coli (germes/ 100ml)	Streptocoque (germes/100 ml)	Germes totaux 37°C (germes/10 0ml)	Germes totaux 22°C (germes/100 ml)	ASR (germes/20 ml)
Janvier	Profondeur à 18m	5	1	2	11	8	0
	Traité	0	0	0	2	2	0
Février	Profondeur à 18m	0	0	0	0	14	1
	Traité	0	0	0	32	0	0
Mars	Surface	0	0	0	27	152	0
	Profondeur à 18m	1	0	4	4	41	0
	Traité	0	0	0	0	13	0
Avril	Surface	3	0	1	12	172	0
	Profondeur à 18m	5	1	0	8	164	0
	Traité	0	0	0	0	0	0
Mai	Surface	8	0	6	7	32	0
	Profondeur à 18m	1	1	5	0	152	1
	Traité	0	0	0	0	0	0



**Figure 1 :** Observation macroscopique des germes totaux à 37°C de l'eau brute



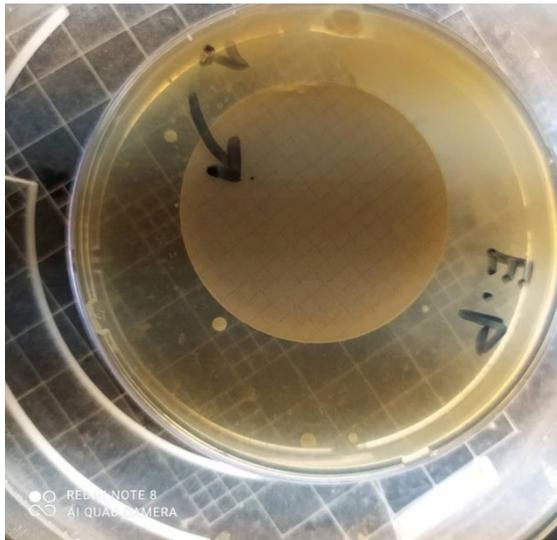
**Figure 2:** Observation macroscopique des germes totaux à 22°C de l'eau brute



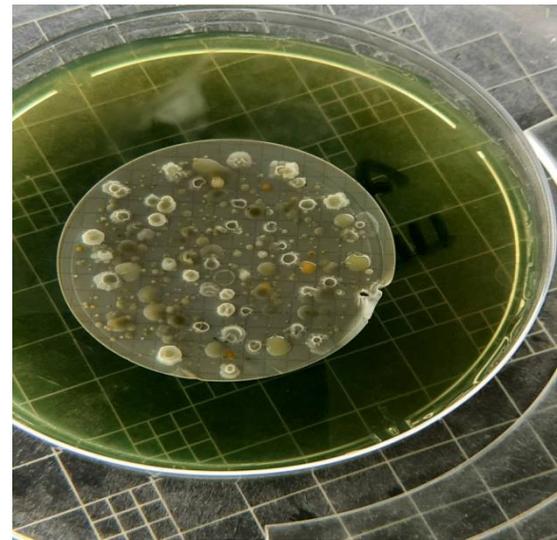
**Figure 3 :** Observation macroscopique des Streptocoques fécaux



**Figure 4 :** Observation macroscopique de la confirmation des streptocoques sur milieu BEA



**Figure 5 :** Observation macroscopique des ASR



**Figure 6 :** Observation macroscopique des coliformes totaux



**Figure 7 :** Test de l'indole positif  
D'Escherichia coli



**Figure 8 :** Test de l'indole négatif  
D'Escherichia coli

### Annexe V : Les normes de la qualité de l'eau potable

PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES
Couleur	mg/l platine	15
Turbidité	NTU	5
Odeur à 25 °C	Taux dilution	4
Saveur à 25 °C	Taux dilution	4
pH	Unité de PH	6.5 à 9
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	2800
Température	°C	25
calcium	mg/l	200
magnésium	mg/l	150
Sodium	mg/l	200
Potassium	mg/l	12
Chlorure	mg/l	500
Dureté (TH)	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	500
Sulfates	mg/l	400
Nitrates	mg/l	50
Nitrites	mg/l	0.2
Ammonium	mg/l	0.5
Phosphore	mg/l	5
Aluminium	mg/l	0.2
Fer total	mg/l	0.3
Manganèse	mg/l	0.05
Matière organique	mg/l	5
Coliformes totaux	UFC/100ml	0
Escherichia coli	UFC/100ml	0
ASR	UFC/20ml	0
Streptocoque fécaux	UFC/100ml	0