

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

*Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj*

*Faculté des Sciences et de la Technologie*

*Département Génie de l'environnement.*

## **Mémoire**

*Présenté pour obtenir*

**LE DIPLÔME DE MASTER PROFESSIONNEL**

**FILIÈRE : Génie des procédés**

**Spécialité : Gestion des Changements environnementaux en Méditerranée.**

Par

- **Dahdouh Rayane.**
- **Benzid Fatima Zohra.**

### ***Intitulé***

*Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux  
souterraines et eau de surface de la ville de Bordj Bou Arreridj.*

*Soutenu le :23 Juin 2024.*

*Devant le Jury composé de :*

<i>Nom &amp; Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Établissement</i>
<i>Mme. Samia BOUFASSA</i>	<i>MCA</i>	<i>Président</i>	<i>Univ-Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA</i>
<i>Mr. Abdelhak HELLATI</i>	<i>Professeur</i>	<i>Encadrant</i>	<i>Univ-Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA</i>
<i>Mr. Derradji DADACHE</i>	<i>MCA</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA</i>

*Année Universitaire 2023/2024*

# *Dédicaces*





*Dédicaces :*

***À ma très chère mère,***

*À ma source de vie, à la prunelle de mes yeux, aucune dédicace ne saurait exprimer mon amour et mon respect envers toi, tu as toujours cru en moi et mes capacités, la source de ma joie et mon bonheur, ma source de force pour affronter les différents obstacles, ma lune qui me guide vers le chemin de ma réussite, tu as joué le rôle d'un père et d'une mère, ton dévouement m'a toujours motivé à donner le meilleur de moi-même, je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.*

***À mon chère oncle Hamza,***

*Merci d'avoir toujours été là pour moi tu m'as toujours encouragé pour que je réussisse, je te remercie pour tout ce que tu as fait pour moi.*

***À mes chères sœurs Ranya, Fatima et mon frère Sifou,***

*Merci pour l'amour que vous m'avez toujours réservé, pour vos encouragements et votre soutien tout au long de mes études, nos liens sont plus forts que les mots ne peuvent l'exprimer.*

*Sans oublier mon binôme et ma sœur Fatima pour sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

***À ma chère famille,***

*Je vous remercie pour le soutien, l'encouragement et l'amour que vous me portez, puisse dieu vous donner santé, bonheur et la réussite. Ce succès est aussi pour vous.*

***À ma grande mère,***

*Que dieu ait son âme, qui a été comme une seconde mère pour moi qui n'a jamais cessé de me soutenir tout au long de mon parcours universitaire, elle restera à jamais dans mon cœur.*

***À mes chères amis Rayane, Melissa, Chaima et Djamila,***

*Chaque moment passé avec vous est un trésor. Je vous suis reconnaissante, votre amitié inestimable, votre*

*amitié a été ma lumière et ma force tout au long de ce voyage.  
Merci pour votre soutien et votre Amour indéfectibles.*



**RAYANE**



## *Dédicaces :*

### *À ma mère, qui est la seule que j'ai dans la vie,*

*Ta présence est un pilier fondamental dans mon existence. Ton amour inconditionnel, ta force et ta sagesse ont été les guides de mon parcours. Tu es la lumière qui a éclairé mes chemins les plus sombres et la voix rassurante qui m'a encouragé à poursuivre mes rêves. Ton soutien indéfectible et ta croyance en moi m'ont permis de surmonter les obstacles et de réaliser ce projet. Chaque étape de ce mémoire porte l'empreinte de ton influence et de ton dévouement. Je te dédie ce travail avec toute ma gratitude et mon amour, en reconnaissance de tout ce que tu as fait pour moi. Merci d'être la mère extraordinaire que tu es.*

### *À mon père,*

*Ton départ a laissé un vide immense, mais ton souvenir et tes valeurs m'accompagnent chaque jour. Tu as toujours cru en moi et m'as inspiré à donner le meilleur de moi-même. Même si tu n'es plus physiquement parmi nous, ton esprit et tes enseignements vivent en moi. Ce travail est le reflet de ton héritage et de tout ce que tu m'as inculqué.*

### *À ma binôme Rayane,*

*Ce mémoire est le résultat de notre collaboration, de nos efforts communs et de notre détermination partagée. Ton soutien inestimable, ton esprit d'équipe et ta passion pour notre sujet ont rendu ce voyage non seulement fructueux, mais aussi agréable. Ta rigueur et ton engagement ont enrichi ce travail bien au-delà de mes espérances. Ensemble, nous avons navigué à travers les défis et célébré chaque petite victoire. Je te remercie sincèrement pour ton amitié et ta collaboration.*

### *À ma chère famille,*

*C'est avec une profonde gratitude que je vous dédie ce mémoire. Votre amour, votre soutien et votre foi en moi ont été les piliers de ma réussite. Sans votre présence constante et vos encouragements, ce projet n'aurait pas été possible.*

### *À mes chers amis Rayane, Chaima et Melissa,*

*Votre amitié a été une source inestimable de soutien, de motivation et de joie tout au long de ce parcours. Je vous remercie de tout cœur pour votre aide précieuse et votre amitié indéfectible. C'est avec une profonde gratitude que je vous dédie ce travail.*



**FATIMA ZOHRA**

# *Remerciements*





## *Remerciements :*

Nous tiens tout d'abord à remercier Dieu tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail et a permis que nous soyons ce que nous sommes aujourd'hui.

Nous adressons nos sincères remerciements à **professeur Ablhak Hellati** pour avoir acceptée d'encadrer ce travail et pour ses conseils et ses précieuses orientations, sa patience qu'il n'a cessé de nous apporter tout au long de ce travail.

Nous tenons tout particulièrement à remercier vivement les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer ce modeste travail : **Mme. Samia BOUFASSA** et **Mr. Deradji DADACHE**.

Nous remercions chaleureusement toute l'équipe de laboratoire de DSP : **Fatiha** et **Walid**, aussi de l'université : **Maria** et **Fouad**, pour leurs disponibilités, pour leur gentillesse.

Je tiens aussi à remercier tout l'équipement de la direction des ressources en eau de la wilaya de BBA en particulier **Madame Mariem** pour leur aide, leur générosité et les orientations afin de réaliser ce travail.

Nous remercions toutes personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Enfin, nous remercions chaleureusement **nos mères** qui ont été présentes à nos côtés durant toute notre scolarité, en nous offrant les moyens nécessaires à notre réussite et en nous témoignant leur affection et leur encouragement. C'est grâce à eux que nous avons pu réussir ce parcours.



# *Résumés*

## Résumé :

**Français :** L'eau est une ressource essentielle pour la vie sur Terre. Dans cette étude la qualité des eaux : des 4 puits, 3 forages et le barrage avant et après traitement de la wilaya de BBA, a été évaluée en mesurant des paramètres physicochimiques et bactériologiques, et d'identifier les sources de pollution qui affectent ces ressources en eau. Les analyses ont été effectuées sur des échantillons des eaux en recherchant éventuellement les paramètres physicochimiques suivants : La température, le pH, la conductivité électrique, la turbidité, salinité, TDS, la dureté totale, le calcium, le magnésium, l'alcalinité, les chlorures, les nitrites, les nitrates, DCO, DBO5, et les germes indésirables : Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux, et les salmonelles. Les résultats obtenus des analyses montrés que les eaux sont chargées par certains paramètres de la pollution, qu'il est recommandé d'implémenter un système de traitement comprenant la filtration, la chloration et l'osmose inverse pour éliminer les contaminants et assurer une eau de qualité potable.

**-Mots-clés :** Qualité de l'eau, Puits, Forages, Barrage, Traitement de l'eau, Pollution, BBA, Analyse physico-chimique, Analyse microbiologique.

**English :** Water is an essential resource for life on Earth. In this study, the quality of water of four wells, three boreholes, and one dam in the Wilaya of BBA before and after treatment were evaluated. This assessment includes measuring physicochemical and bacteriological parameters and identifying pollution sources affecting these water resources. The analysis was conducted on water samples, examining physicochemical parameters such as temperature, pH, electrical conductivity, turbidity, salinity, TDS, total hardness, calcium, magnesium, alkalinity, chlorides, nitrites, nitrates, COD, BOD5, and undesirable microorganisms such as total coliforms, fecal coliforms, fecal streptococci, and salmonella. The results indicate that the water is contaminated with certain pollutants, highlighting the need to implement a treatment system comprising filtration, chlorination, and reverse osmosis to eliminate contaminants and ensure drinking water quality.

**-Keywords :** Water quality, Wells, Boreholes, Dam, Water treatment, Pollution, BBA, Physicochemical analysis, Microbiological analysis.

**عربية :** تعد المياه موردًا أساسيًا للحياة على كوكب الأرض. في هذه الدراسة، نقوم بتقييم جودة 4 آبار، 3 نقيب وسد قبل وبعد المعالجة في ولاية برج بوعريريج، وذلك من خلال قياس المعايير الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية، وتحديد مصادر التلوث التي تؤثر على هذه الموارد المائية. تم إجراء التحليلات على عينات المياه للبحث في المعايير الفيزيائية والكيميائية التالية: درجة الحرارة، الرقم الهيدروجيني، التوصيل الكهربائي، العكارة، الملوحة، المواد الصلبة الذائبة، الصلابة الكلية، الكالسيوم، المغنيسيوم، الفلوية، الكلوريدات، النتريت، النتريت، الأوكسجين الكيميائي المطلوب، الأوكسجين البيولوجي المطلوب خلال 5 أيام، والجراثيم غير المرغوب فيها مثل: الكوليفورم الكلي، الكوليفورم البرازي، المكورات المعوية البرازية، والسالمونيلا. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من التحاليل أن المياه ملوثة ببعض المعايير، مما يوصي بضرورة تنفيذ نظام معالجة يشمل الترشيح، الكلورة والتناضح العكسي لإزالة الملوثات وضمان جودة مياه صالحة للشرب.

**-الكلمات المفتاحية :** جودة المياه، الآبار، النقيب، السد، معالجة المياه، التلوث، برج بوعريريج، التحليل الفيزيائي والكيميائي، التحليل الميكروبيولوجي.



**Liste des abréviations :**

**BBA** : Bordj Bou Arreridj.

**%** : Pourcentage.

**MES** : Matière en suspension.

**Ca** : Calcium.

**Mg** : Magnesium.

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

**Cd** : Cadmium.

**Pb** : Plomb.

**Hg** : Mercure.

**Al** : Aluminium.

**PCB** : Polychlorobiphényle.

**Le pH** : Le potentiel hydrique.

**NTU** : Unité de Turbidité Néphélométrique.

**FTU** : Formazin Turbidity Unit.

**TDS** : Le taux de sels dissous.

**Cl<sup>-</sup>** : chlorures.

**TH** : la dureté totale.

**TA** : le titre alcalimétrique.

**TAC** : le titre alcalimétrique complet.

**DCO** : Demande chimique en oxygène.

**DBO<sub>5</sub>** : Demande biologique en oxygène durant 5 jours.

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

**DSP** : Direction de la population et de la santé.

**DRE** : Direction des ressources en eau.

**P** : puit.

**F** : forage.

**B avant at après T** : barrage avant et après le traitement.

**EDTA** : Éthylène Diamine Tétra-Acétique.

**NTE** : Eriochrome Black T.

**MO** : matière organique

**AgNO<sub>3</sub>** : Le nitrate d'argent.

**K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>** : Le chromate de potassium.

**NO<sub>2</sub> -** : Nitrites.

**NO<sub>3</sub>-** : Nitrates.

**BCPL** : Bouillon lactosé au pourpre bromocrésolé.

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

**D/C** : double concentration.

**S/C** : Simple concentration.

**UFC** : unité formant colonie.

**ISO** : Organisation internationale de standardisation.

## Liste des figures :

<b>Figure</b>	<b>Titre de figure</b>	<b>Page N°</b>
<b>Figure 1</b>	L'eau souterraine.	<b>4</b>
<b>Figure 2</b>	La nappe libre et la nappe captive.	<b>4</b>
<b>Figure 3</b>	La nappe phréatique.	<b>5</b>
<b>Figure 4</b>	Cycle d'eau.	<b>7</b>
<b>Figure 5</b>	Procédé de Coagulation-Floculation.	<b>19</b>
<b>Figure 6</b>	Procédé de la décantation.	<b>19</b>
<b>Figure 7</b>	Procédé de filtration.	<b>20</b>
<b>Figure 8</b>	Procédé de désinfection par chloration.	<b>21</b>
<b>Figure 9</b>	Procédé de dessalements d'eau.	<b>22</b>
<b>Figure 10</b>	Procédé d'aération par cascade.	<b>22</b>
<b>Figure 11</b>	Carte illustrant la localisation de la DSP BBA (Google maps).	<b>24</b>
<b>Figure 12</b>	Carte illustrant la localisation de la DRE BBA (Google maps).	<b>24</b>
<b>Figure 13</b>	Le pH mètre.	<b>27</b>
<b>Figure 14</b>	Le turbidimètre.	<b>27</b>
<b>Figure 15</b>	Le conductimètre.	<b>28</b>
<b>Figure 16</b>	La burette graduée pour le dosage.	<b>30</b>
<b>Figure 17</b>	Le spectromètre.	<b>30</b>
<b>Figure 18</b>	Le thermo-réacteur.	<b>31</b>
<b>Figure 19</b>	Le photomètre (photo-Flex).	<b>31</b>
<b>Figure 20</b>	Les flacons bruns de Winkler avec L'OXITOP.	<b>31</b>
<b>Figure 21</b>	L'étuve de 37°C.	<b>33</b>
<b>Figure 22</b>	L'étuve de 44°C.	<b>33</b>
<b>Figure 23</b>	La variation de température des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>34</b>
<b>Figure 24</b>	La variation de pH des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>35</b>
<b>Figure 25</b>	La variation de la turbidité des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>36</b>
<b>Figure 26</b>	La variation de conductivité des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>36</b>
<b>Figure 27</b>	La variation de TDS des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>37</b>
<b>Figure 28</b>	La variation de salinité des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>38</b>
<b>Figure 29</b>	La variation de la dureté totale des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>39</b>
<b>Figure 30</b>	La variation de calcium des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>39</b>
<b>Figure 31</b>	La variation de magnésium des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>40</b>
<b>Figure 32</b>	La variation de bicarbonate des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>41</b>
<b>Figure 33</b>	La variation de carbonate des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>42</b>
<b>Figure 34</b>	La variation de chlorure des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>42</b>
<b>Figure 35</b>	La variation de nitrite des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>43</b>
<b>Figure 36</b>	La variation de nitrate des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>44</b>
<b>Figure 37</b>	La variation de DCO des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>45</b>
<b>Figure 38</b>	La variation de DBO5 des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>45</b>

<b>Figure 39</b>	La variation de coliforme totaux des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>46</b>
<b>Figure 40</b>	La variation de coliforme fécaux des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>47</b>
<b>Figure 41</b>	La variation de streptocoque fécaux des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>48</b>
<b>Figure 42</b>	La variation de salmonelle des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.	<b>49</b>
<b>Figure 43</b>	Analyse de TH des échantillons avant dosage.	<b>59</b>
<b>Figure 44</b>	Analyse de TH des échantillons après le dosage.	<b>59</b>
<b>Figure 45</b>	Analyse de calcium des échantillons avant le dosage.	<b>60</b>
<b>Figure 46</b>	Analyse de calcium des échantillons après le dosage.	<b>60</b>
<b>Figure 47</b>	Analyse de magnésium des échantillons avant le dosage.	<b>61</b>
<b>Figure 48</b>	Analyse de magnésium des échantillons après le dosage.	<b>61</b>
<b>Figure 49</b>	Analyse de chlorure des échantillons avant le dosage.	<b>63</b>
<b>Figure 50</b>	Analyse de chlorure des échantillons après le dosage.	<b>63</b>
<b>Figure 51</b>	Analyse de bicarbonate des échantillons avant le dosage.	<b>64</b>
<b>Figure 52</b>	Analyse de bicarbonate des échantillons après le dosage.	<b>64</b>
<b>Figure 53</b>	Analyse de nitrite des échantillons avant le dosage.	<b>66</b>
<b>Figure 54</b>	Analyse de nitrite des échantillons après le dosage.	<b>66</b>
<b>Figure 55</b>	Courbe d'étalonnage de nitrite.	<b>67</b>
<b>Figure 56</b>	Analyse de nitrate des échantillons d'eau.	<b>69</b>
<b>Figure 57</b>	Courbe d'étalonnage de nitrate.	<b>70</b>
<b>Figure 58</b>	Détermination de DBO5 des échantillons.	<b>71</b>
<b>Figure 59</b>	Analyse de DCO des échantillons.	<b>72</b>
<b>Figure 60</b>	Les tubes de BCPL des échantillons avant l'incubation.	<b>73</b>
<b>Figure 61</b>	Les tubes de BCPL des échantillons après l'incubation.	<b>73</b>
<b>Figure 62</b>	Les tubes positive ensemencé dans le milieu Schubert.	<b>74</b>
<b>Figure 63</b>	Les tubes après l'incubation.	<b>74</b>
<b>Figure 64</b>	Confirmation par Kovacs.	<b>74</b>
<b>Figure 65</b>	Les tubes de ROTHE et le flacon des échantillons avant l'incubation.	<b>75</b>
<b>Figure 66</b>	Les tubes de ROTHE et le flacon après l'incubation.	<b>75</b>
<b>Figure 67</b>	Les tubes de Litsky à l'éthyle des échantillons avant l'incubation.	<b>76</b>
<b>Figure 68</b>	Les tubes de Litsky à l'éthyle des échantillons après l'incubation.	<b>76</b>
<b>Figure 69</b>	Le flacon de SFB avant l'incubation.	<b>76</b>
<b>Figure 70</b>	Le flacon de SFB après l'incubation.	<b>76</b>
<b>Figure 71</b>	L'ensemencement dans une gélose Hektoen.	<b>77</b>
<b>Figure 72</b>	Le résultat de l'ensemencement.	<b>77</b>

### Liste des tableaux :

<b>Tableau</b>	<b>Titre de tableau</b>	<b>Page N°</b>
<b>Tableau 1</b>	Principales différences entre les eaux souterraines et les eaux de surfaces.	<b>6</b>
<b>Tableau 2</b>	Origines et natures de différentes sources de pollution des eaux de surface.	<b>8</b>
<b>Tableau 3</b>	Certains contaminants courant des eaux souterraines et les sources de pollution associées.	<b>9</b>
<b>Tableau 4</b>	Paramètres microbiologiques (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 9 Mars 2014).	<b>15</b>
<b>Tableau 5</b>	Normes bactériologiques des eaux (OMS ,1994).	<b>16</b>
<b>Tableau 6</b>	Paramètres avec valeur indicatives (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 9 Mars 2014 et Normes l’OMS 2006).	<b>17</b>
<b>Tableau 7</b>	Présentation de barrage et des puits sélectionnés au niveau de willaya Bordj Bou Arreridj.	<b>25</b>
<b>Tableau 8</b>	Dosage de nitrite pour trace la courbe d’étalonnage.	<b>66</b>
<b>Tableau 9</b>	Dosage de nitrate pour trace la courbe d’étalonnage.	<b>68</b>
<b>Tableau 10</b>	Table de MAC-GRADY : Streptométrie.	<b>78</b>
<b>Tableau 11</b>	La table de MAC-GRADY : Colimétrie.	<b>79</b>
<b>Tableau 12</b>	Paramètres microbiologique (Normes Algériennes du ministre des ressources en eau depuis 22 Mars 2011).	<b>80</b>
<b>Tableau 13</b>	Paramètres avec valeurs indicatives (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 22 Mars 2011).	<b>80</b>
<b>Tableau 14</b>	Paramètres avec valeurs indicatives (Normes de l’OMS 2006).	<b>81</b>
<b>Tableau 15</b>	Matériel.	<b>82</b>

*Sommaire*

---

## *Sommaire*

---

### Sommaire :

Dédicace .....	i
Remerciement .....	iii
Résumé.....	iv
Liste des abréviations.....	v
Liste des figures.....	vii
Liste des tableaux .....	viii
Introduction Générale.....	1
1 L'eau potable.....	3
2 Ressources en eau.....	3
2.1 Ressources naturelles.....	3
2.1.1 L'eau de mer.....	3
2.1.2 L'eau de pluie.....	3
2.2 Les eaux Souterraines.....	3
2.2.1 La nappe d'eau souterraine.....	4
2.2.1.1 La nappe profonde.....	4
2.2.1.1.1 Une nappe libre.....	4
2.2.1.1.2 Une nappe captive.....	4
2.2.1.2 La nappe phréatique.....	5
2.3 Les eaux de surface.....	5
2.3.1 Les eaux de surface naturelles.....	5
2.3.2 Les eaux de surface artificielles.....	5
2.3.3 Les eaux de surface modifiées.....	5
3 Différence entre les eaux souterraines et Les eaux de surface.....	6
4 Cycle de l'eau.....	7
5 La pollution des eaux de surface.....	7
5.1 L'origines et natures de différentes sources de pollution des eaux de surface.....	8
6 La pollution des eaux de souterraines.....	8
6.1 L'origines et types de différentes sources de pollution des eaux souterraines.....	9
1 L'analyse Physico-chimique.....	10
2 Les paramètres physico-chimiques.....	10
2.1 La température.....	10
2.2 Potentiel d'hydrogène (pH) .....	10
2.3 Conductivité électrique.....	11

2.4 Turbidité (limite de qualité « Eau potable ») .....	11
2.5 Le taux de sels dissous (TDS) .....	11
2.6 La salinité.....	11
2.7 La dureté totale.....	11
2.8 Calcium.....	12
2.9 Magnésium.....	12
2.10 Chlorure.....	12
2.11 Alcalinité.....	12
2.11.1 Titre alcalimétrique simple.....	12
2.11.2 Titre alcalimétrique complet.....	12
2.12 Nitrites.....	13
2.13 Nitrates.....	13
2.14 Demande biochimique d'oxygène DBO.....	13
2.15 La demande chimique en oxygène (DCO).....	13
3 L'analyse bactériologique.....	13
4 Paramètres bactériologiques.....	14
4.1 Coliformes totaux.....	14
4.2 Coliformes fécaux.....	14
4.3 Les streptocoques fécaux.....	14
4.4 Les salmonelles.....	14
5 Normes de la qualité de l'eau.....	15
5.1 Normes Algériennes et OMS.....	15
5.1.1 Les normes algériennes de bactériologiques des eaux.....	15
5.1.2 Les normes OMS de bactériologiques des eaux.....	16
5.1.3 Normes algériennes et Normes l'OMS de physico-chimiques.....	17
1 Traitement d'eau potable.....	18
1.1 Micro tamisage.....	18
1.2 Coagulation et floculation.....	18
1.3 La décantation.....	19
1.4 Filtration.....	20
1.5 Affinage.....	20
1.6 Désinfection.....	20
1.7 Stabilisation de l'eau.....	21
1.8 Dessalement des eaux.....	21
1.9 Aération par cascade.....	22
1 Situation géographique de la région de Bordj Bou Arreridj.....	23



## *Sommaire*

---

2	Situation géologique.....	23
3	Hydrologie.....	23
4	Présentation de la DSP et de laboratoire d'hygiène.....	24
4.1	Localisation de la DSP.....	24
4.2	Mission de la DSP.....	24
5	La présentation de la DRE.....	24
5.1	Localisation de la DRE.....	24
5.2	Mission de la DRE.....	24
6	Le type et la durée de l'étude.....	25
7	Echantillonnage.....	25
7.1	Les lieux de prélèvement.....	25
7.1.1	Présentation de barrage et des puits sélectionnés au niveau de willaya Bordj Bou Arreridj.....	25
7.2	Prélèvement des échantillons.....	26
7.3	Conservation et transport des échantillons.....	26
8	Les paramètres à analysés.....	26
9	Le principe des analyses physico-chimique.....	27
9.1	L'analyse de la température.....	27
9.2	L'analyse de potentiel d'hydrogène (pH).....	27
9.3	L'analyse de la turbidité.....	27
9.4	L'analyse de la conductivité.....	28
9.5	L'analyse de taux de sels dissous.....	28
9.6	L'analyse de La salinité.....	28
9.7	L'analyse de la dureté totale (TH).....	29
9.8	L'analyse de calcium.....	29
9.9	L'analyse de magnésium.....	29
9.10	L'analyse du TA et du TAC.....	29
9.11	L'analyse du chlorure.....	29
9.12	L'analyse de nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	30
9.13	L'analyse de nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	30
9.14	L'analyse de demande chimique en oxygène DCO.....	31
9.15	L'analyse de Demande biologique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	31
10	Le principe des analyses bactériologique.....	31
10.1	L'analyse des Coliformes totaux (bactéries coliformes).....	31
10.2	L'analyse des Coliformes fécaux (thermotolérants).....	32
10.3	L'analyse des Escherichia coli.....	32
10.4	L'analyse des Streptocoques fécaux.....	32

## *Sommaire*

---

10.5 L'analyse des Salmonelles.....	32
1 Les résultats des analyses physico-chimiques.....	34
1.1 La variation de la température.....	34
1.2 La variation de potentiel d'hydrogène.....	35
1.3 La variation de la turbidité.....	35
1.4 La variation de la conductivité.....	36
1.5 La variation du taux de sels dissous.....	37
1.6 La variation de la salinité.....	38
1.7 La variation de la dureté totale.....	38
1.8 La variation de Calcium.....	39
1.9 La variation de magnésium.....	40
1.10 La variation de Bicarbonate.....	41
1.11 La variation de Carbonate.....	41
1.12 La variation de chlorure.....	42
1.13 La variation de Nitrite.....	43
1.14 La variation de Nitrate.....	44
1.15 La variation de Demande chimique en oxygène.....	44
1.16 La variation de Demande biochimique d'oxygène.....	45
2 Les résultats des analyses bactériologiques.....	45
2.1 La variation des coliformes totaux.....	46
2.2 La variation des Coliformes fécaux (E. coli).....	47
2.3 La variation des Streptocoques fécaux.....	47
2.4 La variation des Salmonelles.....	48
Conclusion Générale.....	50
Annexes 1 : Les modes opératoires des paramètres physicochimiques.....	56
Annexes 2 : Les normes.....	78
Annexe 3 : Matériel.....	82

---

# *Introduction Générale*

---

### *Introduction Générale :*

L'eau, c'est la vie dans sa concision identitaire, c'est le message souvent lancé au monde pour faire comprendre combien il est important de préserver nos ressources en eau douce, pour assurer le bien-être de l'ensemble des sociétés. [1] De tous les liquides connus, l'eau est le plus nécessaire à tout être vivant, qu'il appartienne au règne animal ou au règne végétal. Elle forme les deux tiers du poids du corps des humains et des animaux et se trouve chez les végétaux dans des proportions souvent plus grandes. [2]

Depuis, dans toutes les sociétés humaines depuis la sédentarisation et la vie nomade l'eau est un élément primordial de la vie quotidienne, pour la cuisine, l'hygiène, le décor, la sécurité (lutte contre l'incendie). Depuis les thermes antiques, c'est aussi le milieu privilégié des loisirs, sports nautiques et balnéaires : les piscines sont un signe extérieur de développement municipal, et des richesses industrielles. [1]

Il faut rappeler que l'eau présente un problème géopolitique au niveau mondial. L'eau de la planète est répartie dans différents réservoirs dont le plus grand est composé des mers et océans avec plus de 97% d'eau salée contre moins de 3% d'eau douce. Plus de deux tiers (2/3) de l'eau douce est conservée à l'état solide (glaces polaires et éternelles) et un peu moins d'un tiers (1/3) est constitué des eaux souterraines. Le reste des réserves d'eau douce est réparti principalement dans les continents, les lacs, les cours d'eau et dans l'atmosphère. L'eau est une ressource abondante sur terre mais seule une infime partie est directement utilisable par la biosphère et notamment par l'homme. En effet, l'eau douce des cours d'eau et des nappes phréatiques représente 1% du volume d'eau douce et 0.01% de toute l'eau sur terre. [3]

La nouvelle politique de l'eau, issue des assises nationales de l'eau organisées en 1995, est axée sur le développement et la valorisation des eaux conventionnelles et non conventionnelles, afin de mobiliser et distribuer les ressources de façon économique. Elle doit être considérée comme un élément de la politique d'aménagement du territoire et la politique de développement agricole. Cette politique qui trouve ses fondements essentiellement dans la doctrine du développement durable introduite depuis 1987, présente des enjeux très importants et des contraintes. [3]

Le thème central de ce travail est l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines et eau de surface.

## *Introduction Générale*

---

Ce qui nous a amené à nous poser la question suivante :

Comment évaluer la qualité de l'eau prélevé des différents puits, forages et barrage de la wilaya de Bordj Bou Arreridj ?

Pour répondre à cette question, nous avons proposé l'hypothèse suivante :

Déterminer les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux prélevées au niveau de quatre puits, trois forages et un prélèvement avant et après traitement du barrage au niveau de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj.

Dans cette modeste contribution nous réaliserons une évaluation comparative des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de ces échantillons avec des normes nationales des eaux potable qui sont distribuée à la population.

*Chapitre 01 :*  
*Les ressources en eau.*

---

**Chapitre 01 : Les ressources en eau :**

**1 L'eau potable :**

L'eau est formée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène, c'est une eau sans odeur et sans couleur [2]; Étymologiquement, est une eau qui peut être bue, l'eau salée n'est pas potable en revanche l'eau douce l'est mais dans son sens moderne et réglementaire, toute eau douce n'est pas forcément potable elle doit être limpide, pure, dépourvue d'odeurs, de substances toxiques, de microbes et virus pathogènes; des normes sont fixées qui déterminent si une eau est légalement potable. [4]

**2 Ressources en eau :**

L'eau destinée à l'alimentation humaine a pour origine :

**2.1 Ressources naturelles :**

**2.1.1 L'eau de mer :**

Les mers sont les grandes masses d'eau salée qui recouvrent les deux-tiers de la surface du globe terrestre et elles représentent près de 97,4 % de la capacité des grands réservoirs d'eau à la surface de la terre; le dessalement de l'eau de mer et celui des eaux saumâtres constitue pendant les dernières années, la solution à la pénurie d'eau dans de nombreuses parties du monde, Cependant le coût de dessalement demeure encore trop élevé. [5]

**2.1.2 L'eau de pluie :**

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine, elles sont saturées d'oxygène et d'azote, elles ne contiennent aucun sel dissous, comme les sels de magnésium et de calcium; elles sont donc très douces en générale dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être contaminées par des poussières atmosphériques. [6]

**2.2 Les eaux Souterraines :**

Les eaux souterraines sont les eaux de sous-sol qui constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité; représentent 30% de l'eau douce de la planète, le reste constitue les calottes polaires (69%) ainsi que les fleuves et les lacs (1%); L'eau qui se trouve sous le niveau du sol et qui remplit soit les fractures du socle rocheux ou bien les pores présents dans les milieux granulaires tels que les sables et les graviers Contrairement à l'eau de surface. [7]

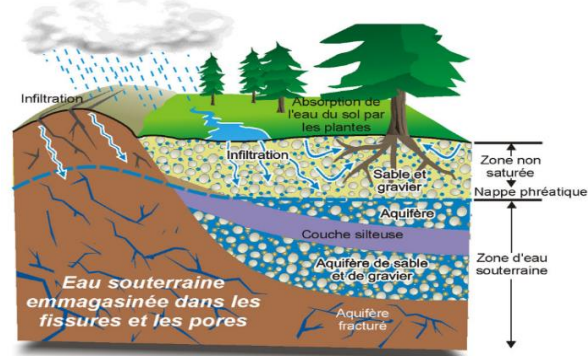


Figure 1 : L'eau souterraine. [8]

### 2.2.1 La nappe d'eau souterraine :

La nappe d'eau souterraine est constituée par l'ensemble des eaux comprises dans la zone saturée de l'aquifère dont toutes les parties sont en continuité hydraulique; On distingue différents types de nappes :

**2.2.1.1 La nappe profonde :** On distingue deux types de nappes :

#### 2.2.1.1.1 Une nappe libre :

Une nappe libre est une nappe dont la limite supérieure dans la formation poreuse est à surface libre, sans contraintes physiques; On appelle nappe phréatique, la première nappe libre rencontrée.[9]

#### 2.2.1.1.2 Une nappe captive :

La nappe captive est une nappe séparée de la surface du sol par une couche imperméable; Elle n'est donc pas alimentée directement par le sol et elle se situe à des grandes profondeurs et par conséquent est peu sensible aux pollutions.[7]

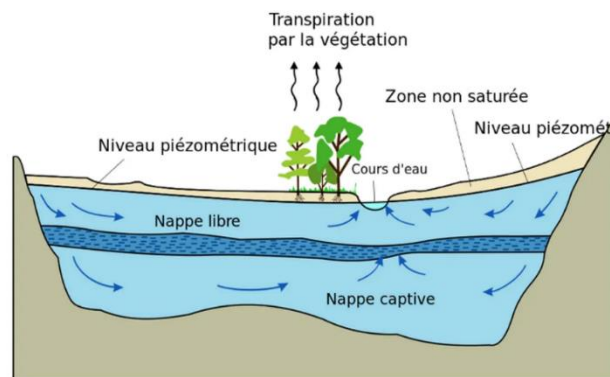
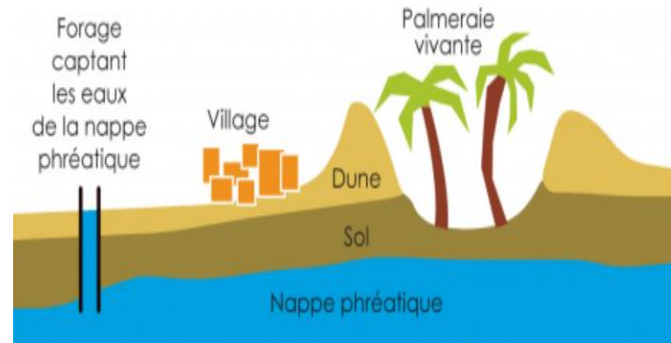


Figure 2 : La nappe libre et la nappe captive. [10]



### **2.2.1.2 La nappe phréatique :**

Les nappes phréatiques sont celles qui se reposent sur la première couche Imperméable, non loin de niveau du sol; Elles sont toujours libres et souvent contaminées; Ces nappes revêtent une importance énorme pour l’approvisionnement en eau, car elles constituent les plus grandes réserves d’eau potable dans la plupart des régions du monde; Une nappe phréatique affleure parfois à la surface du sol sous la forme de source ou bien peut être captée au moyen de puits.[7]



**Figure 3 : La nappe phréatique. [11]**

### **2.3 Les eaux de surface :**

Les eaux de surface, aussi appelées parfois eaux superficielles, sont celles qui se trouvent sur la terre et qui sont au contact de l’atmosphère pour les identifier facilement, on peut dire que les eaux de surface sont celles qu'on peut voir facilement; les eaux de surface sont l'eau qui coulent ou qui stagnent à la surface du sol (rivières, lacs, étangs, barrages, ...); Les eaux de surface peuvent être différenciées selon plusieurs critères on distingue trois types :

#### **2.3.1 Les eaux de surface naturelles :**

Ce sont celles qui ont leur origine dans la terre et de manière naturelle, elles ne passent par aucun type d'altération ou d'intervention humaine.

#### **2.3.2 Les eaux de surface artificielles :**

Ce sont celles des plans d'eau créés par l'homme.

#### **2.3.3 Les eaux de surface modifiées :**

Elles se produisent lorsque les sources naturelles d'eau de surface sont modifiées, par exemple en modifiant les cours d'eau pour transporter l'eau ailleurs; elles peuvent également être modifiées.

**3 Différence entre les eaux souterraines et Les eaux de surface :**

Tableau 1 : Principales différences entre les eaux souterrains et les eaux de surfaces : [13]

Caractéristiques	Eau de surface	Eau de souterraine
Température	Variable suivant saisons	Relativement constant
Turbidité, MES	Variable, parfois élevée	Faible ou nulle
Couleur	Liée surtout aux matières en Suspensions sauf dans les eaux très douces et acides humiques)	Liée surtout aux matières en Solution (acides humiques...)
Goût et odeur	Fréquents	Rare
Minéralisation globale (où : TDS, salinité)	Variable en fonction des terrains, Des précipitations, des rejets...etc.	Sensiblement constante en général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fer et Manganèse dissous	Généralement absents	Généralement présents
Nitrates	Peu abondants en général	Teneur parfois élevée
Micropolluants minéraux et Organiques	Selon rejets industriels (dont les activités minières), agricoles ou des habitations; pollution permanente ou périodique (dont accidentelle)	Présents ou fonction des épandages agricoles ou rejets industriels en surface une pollution accidentelle peut subsiste plus longtemps
Ca, Mg, Hco <sub>3</sub>	Variable selon région	Teneur souvent élevée si roche calcaire ou calcro-magnésienne
Eléments vivants	Bactéries, virus, plancton	Ferro bactéries et sulfato-réductrices fréquentes

#### 4 Cycle de l'eau :

Également appelé cycle hydrologique, c'est l'ensemble des circulations que peut suivre une particule d'eau; L'eau est une ressource renouvelable elle circule sans arrêt sur la terre piloté par l'énergie solaire les océans représentent les réservoirs principaux d'eau; Il est important de noter que le cycle d'eau suit une séquence stricte de cinq étapes. [4]

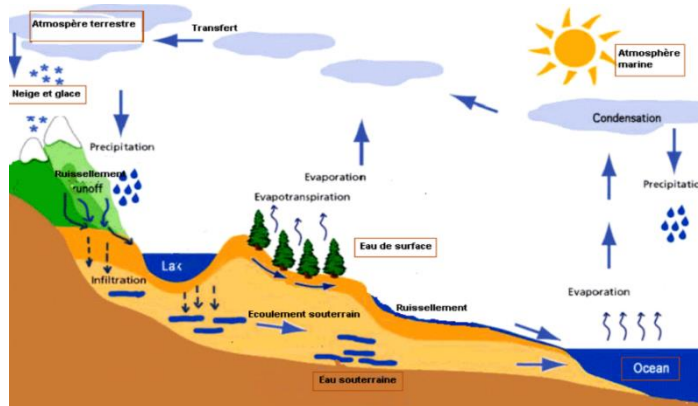


Figure 4 : Cycle d'eau.[14]

Sous l'action du soleil, l'eau des océans, rivières, lacs s'évapore et gagne l'atmosphère; au contact des couches d'air froid, la vapeur d'eau se condense en gouttelettes et forme des nuages; L'eau retombe ensuite lors des précipitations (sous forme de pluie, de neige ou grêle) directement dans les océans ou sur les continents; Sur terre, l'eau ruisselle alors jusqu'aux rivières et les fleuves puis la mer; Quant au reste, il s'infiltrate dans les sols pour alimenter les nappes souterraines, Cette eau finira aussi par retourner à la mer, à beaucoup plus longue, voire très longue, échéance, par le biais des cours d'eau que ces nappes alimentent.[15]

#### 5 La pollution des eaux de surface :

La pollution d'une eau superficielle est la dégradation de sa qualité en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques; Les effets indésirables de ce phénomène sur les organismes vivants ont fait l'objet de nombreux travaux. [16]

**5.1 L'origines et natures de différentes sources de pollution des eaux de surface :**

Tableau 2 : Origines et natures de différentes sources de pollution des eaux de surface : [15]

Type de pollution	Nature	Origines
Physique	Rejets d'eau chaude	Centrales thermiques, nucléaires
	M.E.S. (matières en suspension)	Rejets urbains, érosion des sols
Chimique	Matière organique	Effluents domestiques, Agricoles, agroalimentaires
	Fertilisants (nitrate, phosphate)	Agriculture, lessives
	Métaux (Cd, Pb, Hg, Al...)	Industrie, agriculture, déchets
	Pesticides (insecticides, Herbicides, Fongicides)	Industrie, agriculture
	Organochlorés (PCB, solvants)	Industries
	Composés organiques de synthèse	Industries
	Détergents	Effluents domestiques
	Hydrocarbures	Industrie pétrolière, transports
Biologique	Bactérie, virus, champignons...	Effluents urbains, agricoles

**6 La pollution des eaux de souterraines :**

La pollution de l'eau souterraine peut être définie comme la présence de substances nocives dans les aquifères, les réservoirs d'eau souterrains, pouvant être polluées par des produits utilisés par les industries, l'agriculture, l'urbanisation; Les pollutions des eaux souterraines peuvent être d'origine diffuse (engrais, produits phytosanitaires), ponctuelle (stockages, décharges), et avoir un caractère permanent ou accidentel. [17]

**6.1 L'origines et types de différentes sources de pollution des eaux souterraines :**

**Tableau 3 : Certains contaminants courant des eaux souterraines et les sources de pollution associées : [18]**

<b>Source de pollution</b>	<b>Type de contaminant</b>
Activité agricole	Les nitrates, ammonium, pesticides, organismes fécaux
Assainissement in situ	Les nitrates, les organismes fécaux, hydrocarbures synthétiques à l'état de traces
Stations d'essence & Garages	Benzène, d'autres hydrocarbures aromatiques, des phénols, certains hydrocarbures halogènes
Elimination des déchets solides	Ammonium, salinité, certains hydrocarbures halogènes, métaux lourds
Industries métalliques	Trichloréthylène, tétrachloroéthylène, d'autres hydrocarbures halogènes, métaux lourds, des phénols, cyanures
Travaux de Peinture et d'émail	Alkylbenzène, tétrachloroéthylène, d'autres hydrocarbures halogènes, des métaux, certains hydrocarbures aromatiques
Industrie du bois	Pentachlorophénol, certains hydrocarbures aromatiques
Nettoyage à sec	Trichloroéthylène, tétrachloroéthylène,
Fabrication de pesticides	Divers hydrocarbures halogènes, des phénols, de l'arsenic
Elimination des boues d'épuration	Les nitrates, les divers hydrocarbures halogènes, plomb, zinc
Tanneries de cuir	Chrome, divers hydrocarbures halogènes, des phénols
Exploration / Extraction pétrolière et gazière	Salinité (chlorure de sodium), les hydrocarbures aromatiques
Les mines de charbon et métaux	Acidité, divers métaux lourds, fer, sulfates

## *Chapitre 02 :*

*Les paramètres physicochimiques et  
bactériologiques.*

---

**Chapitre 02 : Les paramètres physicochimiques et bactériologiques :**

**1 L'analyse Physico-chimique :**

L'analyse physico-chimique fait connaître les emplois auxquels convient une eau donnée, besoins ménagers (eau de cuisson ou de lavage...), besoins industriels (eau de réfrigération ou de fabrication...), elle décèle les eaux risquant d'exercer une action chimique sur les canalisations, elle facilite la mise au point des traitements qui supprimeront les inconvénients révélés.

Autrefois, pour l'analyse de l'eau, on s'attachait presque uniquement à doser des éléments naturels et à déterminer certaines caractéristiques de pollution organique. Puis, à la suite d'incidents de pollution, on s'est préoccupé des éléments toxiques d'origine minérale l'accroissement de l'utilisation des composés organiques de synthèse est venu compliquer le problème.

Il est alors devenu nécessaire de développer des méthodes analytiques de plus en plus sensibles et les limites de détection sont ainsi passées successivement du centigramme au milligramme puis au microgramme par litre. En même temps, s'est élaborée toute une technologie instrumentale dont les performances sont de plus en plus poussées.[19]

**2 Les paramètres physico-chimiques :**

**2.1 La température :**

La température de l'eau est un facteur important dans la production biologique. Ceci vient du fait qu'elle affecte les propriétés physiques et chimiques de celle-ci; Pour l'eau potable, la température maximale acceptable est de 15°C, car on admet que l'eau doit être rafraîchissante. Quand les eaux naturelles sont au-dessus de 15°C, il y a risque de croissance accélérée de micro-organismes, d'algues, entraînant des goûts et des odeurs désagréables ainsi qu'une augmentation de couleur et de la turbidité. Les variations de température saisonnières peuvent affecter les eaux, surtout quand elles sont superficielles.[20]

**2.2 Potentiel d'hydrogène (pH) :**

Le pH d'une eau est une indication de la tendance à être acide ou alcaline. La détermination du pH constitue les mesures de la concentration des ions H<sup>+</sup> dans l'eau. Sa mesure est très importante car le pH conditionne un grand nombre d'équilibre physicochimique, De plus, le pH influe sur le comportement de certains éléments comme les métaux dont il peut diminuer ou augmenter la mise

en solution et donc la toxicité en rendant les métaux biodisponible, c'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement.[21]

### **2.3 Conductivité électrique :**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm.

Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m).

La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en microsiemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).[22]

### **2.4 Turbidité (limite de qualité « Eau potable ») :**

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace; elle est exprimée généralement en NTU ou FTU.[23]

### **2.5 Le taux de sels dissous (TDS) :**

La quantité des sels minéraux dissous influence la conductivité, la mesure qui permet de déterminer la quantité totale des sels minéraux dissous dans l'eau appelée la TDS.[24]

### **2.6 La salinité :**

La salinité totale d'une eau correspond à la somme des cations et des anions présents exprimée en mg/l. La présence des sels dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximum de densité).[24]

### **2.7 La dureté totale :**

La dureté totale d'une eau est produite par les sels de calcium et de magnésium qu'elle contient. On distingue : une dureté carbonatée qui correspond à la teneur en carbonates et bicarbonates de Ca et Mg et une dureté non carbonatée produite par les autres sels. La dureté est mesurée par le titre hydrotimétrique exprimé en °F (degré français); 1°F correspond à 10 mg de carbonate de Calcium dans 1 litre d'eau. [25]



## **2.8 Calcium :**

Le calcium est un élément très répandu dans la nature particulièrement retrouvé dans les eaux qui ont traversé des roches calcaires. Avec le magnésium, il est responsable de la dureté de l'eau. Les eaux calcaïques favorisent la minéralisation des os et lutte donc contre l'ostéoporose. Régulent l'équilibre acide-base et la coagulation sanguine. Elles peuvent jouer un rôle important dans le cadre de notre alimentation, en complément des produits laitiers.[26]

## **2.9 Magnésium :**

L'ion magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen). Le magnésium est un minéral important pour la santé car il stimule environ 300 processus enzymatiques, Il favorise la fixation du calcium sur les os. Indiquée également en cas de stress et de fatigue. L'eau magnésienne contribue au bon fonctionnement des cellules.[26]

## **2.10 Chlorure :**

Les teneurs en chlorures (Cl-) des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés, contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ainsi, les eaux courantes non polluées ont souvent une teneur en chlorures. Dans l'eau, les chlorures n'ont ni odeur, ni couleur, mais peuvent procurer un goût salé.[27]

## **2.11 Alcalinité :**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des bicarbonates, carbonates et les hydroxydes, elle est mesurée soit par le titre alcalimétrique (TA) ou par le titre alcalimétrique complet (TAC).[28]

### **2.11.1 Titre alcalimétrique simple :**

Permet de connaître la teneur en hydroxyde, la moitié de la teneur en carbonate, un tiers environ du phosphate présent et la teneur en bicarbonate, son dosage est réalisé par un acide fort en présence d'un indicateur coloré.

### **2.11.2 Titre alcalimétrique complet :**

Le titre alcalimétrique complet mesure la teneur de l'eau en alcalin libre et en carbonate caustique ; Le TAC est un indicateur de pouvoir tampon de l'eau face aux substances acides; Il existe une

relation entre le pH et le TAC, en pratique pour une eau dont le pH est inférieur à 8,3 et le TAC correspond à la concentration des ions bicarbonates  $\text{HCO}_3^-$ . [29]

#### **2.12 Nitrites :**

Les nitrites sont les indicateurs de la pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates. Les nitrites sont assez largement présents, mais à des niveaux bien moindres que les nitrates. [30]

#### **2.13 Nitrates :**

Les nitrates sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Ils sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement extrêmement solubles; ils pénètrent le sol et les eaux souterraines où se déversent dans les cours d'eau par ruissellement. Ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme. [26]

#### **2.14 Demande biochimique d'oxygène DBO :**

La demande biochimique en oxygène, ou DBO, désigne la quantité d'oxygène dissous nécessaire aux organismes biologiques aérobies pour décomposer la matière organique en molécules plus petites. Des niveaux élevés de DBO indiquent une concentration élevée de matières biodégradables présentes dans les eaux; Elle est exprimée en  $\text{mg d'O}_2/\text{L}$ . [31]

#### **2.15 La demande chimique en oxygène (DCO) :**

Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales (excepté quelques composés qui ne sont pas dégradés), y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries. Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques. [32]

### **3 L'analyse bactériologique :**

- Une analyse bactériologique ne peut être valablement interprétée que s'il est effectué sur un 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.

- La détection et la quantification de tous les micro-organismes présents dans l'eau et potentiellement pathogènes prend du temps, les coûts sont élevés et les résultats obtenus ne sont pas toujours positifs ou ne permettent pas de confirmer la présence de micro-organismes.

L'objectif de l'analyse bactériologique de l'eau est de fournir des informations quant à la potabilité; Soulignons que les micro-organismes présents dans les eaux naturelles sont pour la plupart inoffensifs pour la santé humaine. [19]

#### **4 Paramètres bactériologiques :**

Parmi les caractères d'une eau potable, on y trouve les caractères biologiques ou bien bactériologiques. Les microorganismes recherchés dans l'eau de consommation sont les suivants :

##### **4.1 Coliformes totaux :**

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries que l'on retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains. Les coliformes totaux n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles.

##### **4.2 Coliformes fécaux :**

Présentent les mêmes propriétés que les coliformes totaux mais ils se développent à 44°C dont l'origine fécale est plus nette.[33]

##### **4.3 Les streptocoques fécaux :**

Le terme fait référence aux streptocoques couramment trouvés dans les excréments humains et animaux c'est un sous-groupe des streptocoques possèdent l'antigène du groupe D, ils sont plus résistants que les coliformes dans les eaux naturelles; leur présence serait donc le signe d'une contamination fécale de l'eau plus ancienne; ils sont présumés être des streptocoques du groupe D néanmoins peuvent généralement être considérées comme des indicateurs spécifiques de la contamination fécale humaine et aussi indicateur de pollution.[34]

##### **4.4 Les salmonelles :**

Les Salmonelles sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de bacilles Gram négatifs, Ce sont des micro-organismes pathogènes, issus de matière fécale d'individus déjà contaminés (peut

être humaine ou animal). La pathogénicité peut s'exprimer sous forme de fièvre typhoïde soit de toxiinfection (contagion) alimentaire. [35]

## **5 Normes de la qualité de l'eau**

Afin de définir régulièrement une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nuisibles et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne désigne donc pas qu'elle soit exempte de matière polluante, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur. [36]

### **5.1 Normes Algériennes et OMS :**

#### **5.1.1 Les normes algériennes de bactériologiques des eaux :**

Tableau 4 : Paramètres microbiologiques (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 9 mars 2014) : [37]

<b>Groupe de Paramètres</b>	<b>Paramètres</b>	<b>Unités</b>	<b>Valeurs limites</b>
<b>Paramètres Microbiologiques</b>	Escherichia Coli	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	n/20ml	0

**5.1.2 Les normes OMS de bactériologiques des eaux :**

**Tableau 5 : Normes bactériologiques des eaux (OMS ,1994) : [7]**

Microorganismes	Les valeurs indicatives	Remarque
<b>A-Toutes les eaux destinées à la consommation :</b> E. Coli ou bactéries Coliformes Thermotolérantes	<b>0</b> <b>0</b>	Non détectables dans un échantillon de 100 ml
<b>B- Eaux traitées à l'entrée du réseau de distribution :</b> E.coli ou bactéries Coliformes Thermotolérantes Coliformes totaux	<b>0</b> <b>10</b>	Non détectables dans un échantillon de 100 ml Non détectables dans un échantillon de 100 ml
<b>C-Eaux traitées dans le réseau de distribution :</b> E.coli ou bactéries coliformes Thermotolérantes Coliformes totaux	<b>0</b> <b>10</b>	Non détectables dans un échantillon de 100 ml Non détectables dans un échantillon de 100 ml. Dans les installations importantes, lorsqu'un nombre suffisant d'échantillons sont examinés on ne doit pas trouver de coliformes dans 95% des échantillons prélevés sur une période de 12 mois.

**5.1.3 Normes algériennes et Normes l'OMS de physico-chimiques :**

Tableau 6 : Paramètres avec valeur indicatives (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 9 mars 2014 [37] et Normes l'OMS 2006 [38]) :

Groupe de Paramètres	Paramètres	Unités	Normes algériennes	Normes de l'OMS
Paramètres Organoleptiques	Turbidité	NTU	5	Non mentionne
Paramètres Physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	$\geq 6,5$ et $\leq 9$	Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5
	Conductivité à 20 °C	$\mu\text{S/cm}$	2800	1000
	Température	°C	25	25
	Dureté (TH)	mg/l CaCO <sub>3</sub>	500	200
	Alcalinité	mg/l CaCO <sub>3</sub>	500	Non mentionne
	Bicarbonate	mg/l	200	Non mentionne
	TDS	mg/l	Pas de valeur	Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1000 mg/l
	Calcium	mg/l	200	100
	Magnésium	mg/l	150	50
	Chlorure	mg/l	500	Pas de valeur mais on peut un goût à partir de 250mg/l
Nitrites	mg/l	0,2	0,2 mg/l (exposition à long terme)	
Nitrates	mg/l	50	50 et 3 mg/l (exposition à court terme)	

*Chapitre 03 :*  
*Traitement d'eau potable.*

---

**Chapitre 03 : Traitement d'eau potable :**

**1 Traitement d'eau potable :**

Les eaux de surface et les eaux souterraines subissent le même traitement. Seule différence, l'eau souterraine est récupérée par le biais de puits ou de forages.

**1.1 Micro tamisage :**

Le micro tamisage est une technologie de filtration de surface qui enlève les particules contenues dans un liquide par tamisage mécanique à travers une toile mince. Ce procédé, également connu sous le nom de « filtration sur toile », est utilisé pour réduire les concentrations en matières en suspension (MES) et en phosphore total (P<sub>tot</sub>) lorsque les normes de rejet sont plus contraignantes, pour diminuer la quantité d'algues. Les micro tamis peuvent être installés en post filtration, à l'aval de l'unité de séparation solide-liquide d'un système de traitement biologique secondaire. Comme c'est le cas pour la filtration granulaire, la concentration maximale de MES à l'affluent du micro tamis est de 35 mg/l. [39]

**1.2 Coagulation et floculation :**

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes, peuvent même traverser un filtre très fin. Par ailleurs, puisque leur concentration est très stable, ces particules n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres.

Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation. [6]

La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques. La floculation est l'étape de traitement qui suit la coagulation; pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration.

Il est important que les procédés de coagulation et de floculation soient utilisés correctement. En effet, la production d'un floc trop petit ou trop léger entraîne une décantation insuffisante : lorsque les eaux arrivent sur les filtres, elles contiennent une grande quantité de particules de floc, qui



encrassent rapidement ces filtres, ce qui nécessite des lavages fréquents. Par ailleurs, lorsque le floc est fragile, il se brise en petites particules qui peuvent traverser le filtre et altérer la qualité de l'eau produite.[6]

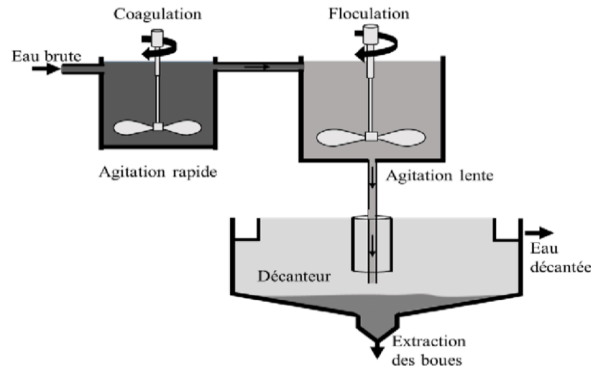


Figure 5 : Procédé de Coagulation-Floculation. [40]

### 1.3 La décantation :

Ce procédé est une méthode de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc, après l'étape de coagulation-floculation. Si la densité de ces floes est supérieure à celle de l'eau. L'eau clarifiée située près de la surface est dirigée vers des filtres à sable.

Dans la décantation, toute particule présente dans l'eau est soumise à deux forces. La force de pesanteur qui est l'élément moteur permet la chute de cette particule. Les forces de frottement dues à la traînée du fluide s'opposent à ce mouvement. La force résultante en est la différence.[41]

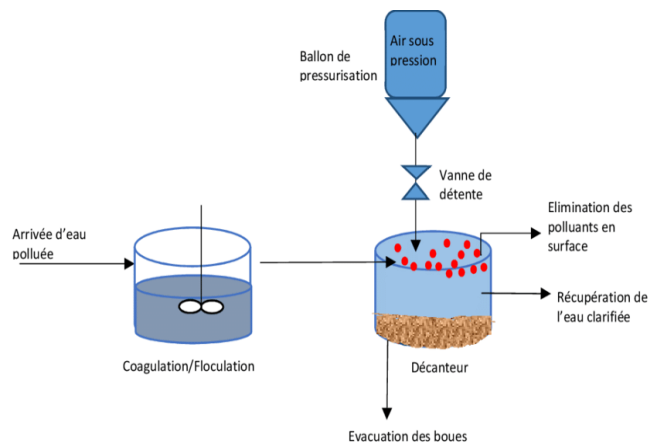
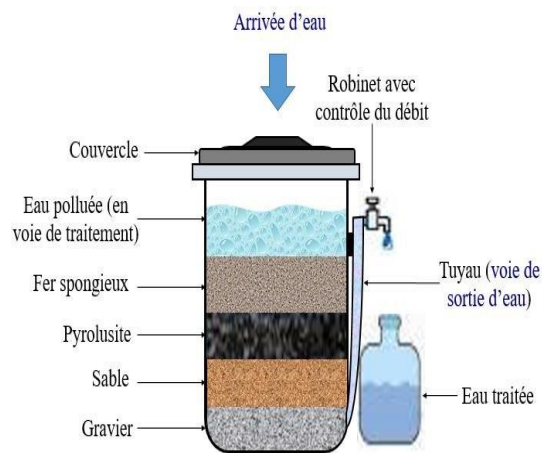


Figure 6 : Procédé de la décantation. [42]

#### **1.4 Filtration :**

La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspension en le faisant passer à travers un milieu poreux. Les solides en suspension ainsi retenus par le milieu poreux s'y accumulent : il faut donc nettoyer ce milieu de façon continue ou de façon intermittente.

La filtration, habituellement précédée des traitements de coagulation, de floculation et de décantation, permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et, indirectement, de certains goûts et odeurs. [6]



**Figure 7 : Procédé de filtration. [43]**

#### **1.5 Affinage :**

Pour un perfectionnement de la qualité de l'eau traitée, on procède à l'affinage visant à éliminer les micropolluants qui existent déjà dans l'eau ou qui se sont formés au cours du traitement et qui n'ont pas été totalement éliminés par la coagulation–floculation. Cet affinage est réalisé par le phénomène d'adsorption, généralement sur du charbon actif. [44]

#### **1.6 Désinfection :**

La désinfection est un traitement qui permet de détruire ou d'éliminer les microorganismes susceptibles de transmettre des maladies; ce traitement n'inclut pas nécessairement la stérilisation, qui est la destruction de tous les organismes vivants dans un milieu donné.

On peut procéder à la désinfection en ajoutant à l'eau une certaine quantité d'un produit chimique doté de propriétés germicides. Les produits chimiques les plus utilisés sont : le chlore, le dioxyde de

chlore, l'ozone, le brome, l'iode et le permanganate de potassium. On peut également désinfecter l'eau grâce à des moyens physiques : ébullition, ultrasons, ultraviolets ou rayons gamma. [6]

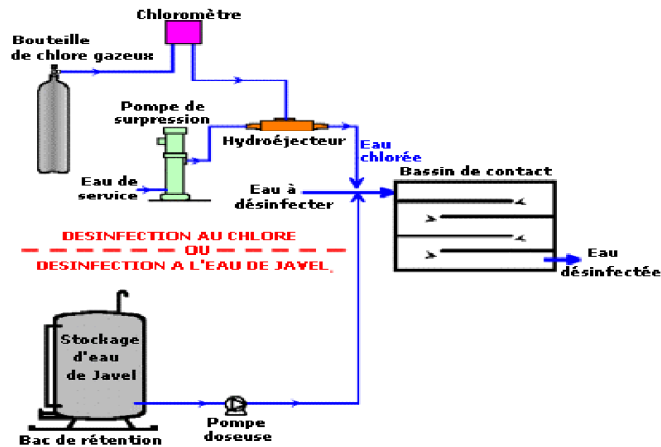


Figure 8 : Procédé de désinfection par chloration.[45]

### 1.7 Stabilisation de l'eau :

Lorsqu'on soumet les eaux à un traitement complet (coagulation - floculation- décantation - filtration - désinfection) avant leur distribution, il n'est pas rare que, à la sortie des filtres, leur pH soit inférieur à 6,5. On doit donc, dans la plupart des cas, réajuster le pH de ces eaux pour l'amener à une valeur acceptable avant de distribuer celles-ci. La stabilisation est donc un procédé grâce auquel on ajuste le pH d'une eau à son pH d'équilibre, également appelé pH de saturation, pH. Dans le traitement de l'eau, on fait toujours référence à l'équilibre du carbonate de calcium : ainsi, une eau à son pH d'équilibre n'a tendance ni à dissoudre ni à faire précipiter le  $\text{CaCO}_3$ . [6]

### 1.8 Dessalement des eaux :

On peut classer les méthodes de dessalement des eaux de mer en fonction des procédés utilisés pour ce faire, soit :

- ✓ Les procédés qui font intervenir les changements de phase (distillation et congélation);
- ✓ les procédés qui utilisent des membranes (électrodialyse et osmose inverse);
- ✓ les procédés qui agissent sur les liaisons chimiques (échanges d'ions et extraction par solvant sélectif). Nous n'étudierons ici que le dessalement par distillation, congélation, électrodialyse et osmose inverse. Actuellement, on procède principalement au dessalement des eaux de mer

par distillation. Il semble cependant que, à l'avenir, on utilisera de plus en plus l'osmose inverse. En effet, grâce à l'amélioration des membranes, cette méthode pourrait faire réaliser d'importantes économies d'énergie. [6]

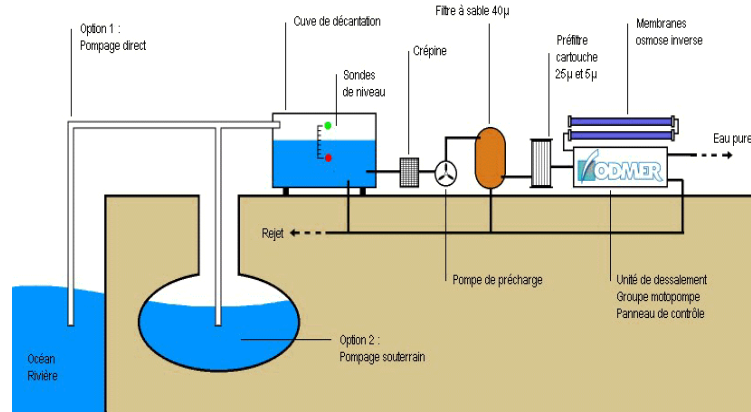


Figure 9 : Procédé de dessalements d'eau. [46]

### 1.9 Aération par cascade :

La concentration en oxygène dans les eaux de surface est un indicateur important de la qualité de l'eau. L'aération ou la ré-aération de l'eau peuvent être une étape essentielle dans la filière de traitement si la concentration en O<sub>2</sub> dissous n'est pas suffisante. Soit en raison d'un déficit dans l'eau brute, soit parce qu'une partie de l'oxygène dissous a été consommée par des réactions chimiques ou biologiques lors de diverses étapes de traitement.

Le processus d'aération ou de ré-aération le plus simple est représenté par la cascade d'aération. D'une efficacité moyenne et générant une perte de charge suffisante, les cascades constituent un moyen d'aération économique en investissement, à réserver aux petites et moyennes unités. Le décalage vertical des filtres amont/aval ou le repompage éventuel devra être considéré. [47]

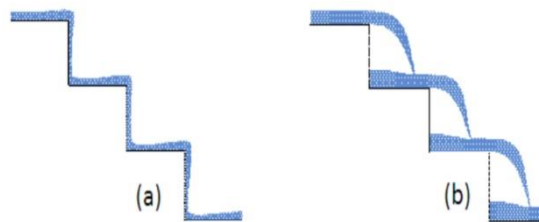


Figure 10 : Procédé d'aération par cascade. [48]

*Chapitre 04 :*  
*Méthode et analyse.*

---

**Chapitre 04 : Méthode et analyse :**

**1 Situation géographique de la région de Bordj Bou Arreridj :**

La ville de Bordj Bou Arreridj se situe sur les hauts plateaux; elle est limitée au nord par la wilaya de Bejaïa, à l'est par la wilaya de Sétif, au sud par la wilaya de M'sila et à l'ouest par la wilaya de Bouira. Elle est située à 220 km à l'est d'Alger; Cette région s'étend sur une superficie de 3920 km<sup>2</sup> avec une altitude de 900 m.

**2 Situation géologique :**

La géologie de la région de Bordj Bou Arreridj se compose de deux grands ensembles :

- Les Flysch Numidiens.
- Le domaine tellien.

Les flysch numidiens se localisent au nord de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (ensemble montagneux) et se compose de formations allochtones qui affleurent au niveau de Djebel Morissan, il est constitué principalement d'alternance des grès et d'argiles.

Le domaine Tellien occupe le territoire de la commune de Bordj Bou Arreridj à l'endroit où se localiser le site de la station. Ce domaine est constitué de formations telliennes prédominance marneuses et schisteuses. C'est une série très plissée à grand rayon de courbure. Pour la chaîne montagneuse des Bibans appartiennent au néo-crétacé (cénomaniens) avec de puissantes assises de grès à la base. Le même auteur indique que la région des Hauts Plateaux est constituée d'alluvions quaternaires avec quelques bassins miocènes (Plaines de la Medjana) sur laquelle surgissent dans tous les sens des épaulements crétacés, montagnes isolées.[49]

**3 Hydrologie :**

Le réseau hydrographique de Bordj Bou Arreridj est caractérisé par des nombreuses sources ayant un débit appréciable. Les sources issues des reliefs ou des puits creusés dans les zones plus basses participent pour une large part à l'alimentation des populations en eau potable ainsi qu'à l'irrigation des parcelles agricoles. L'insuffisance des ressources en eaux souterraines est justifiée par la nature peu perméable d'une grande partie des terrains du territoire de la wilaya.

Le barrage de Ain Zada, érigé sur l'Oued Bousselem permet d'alimenter des villes comme Ain Taghrout, Sidi Embarek, Medjana, Hasnaoua, Bordj Bou Arreridj, Sétif et El Eulma en eau potable et industrielle, Six retenues collinaires se retrouvent dans les alentours de Bordj Bou Arreridj Oued Tixter à une capacité plus élevée par rapport aux autres oueds avec 2

Mm<sup>3</sup>. Les cinq autres oueds (Lachbour, Hamada, Boukaba, Chair et oued Nougri) ont presque la même capacité, soit 0,4 mm<sup>3</sup> chacun.[50]

#### **4 Présentation de la DSP et de laboratoire d'hygiène :**

##### **4.1 Localisation de la DSP :** Rue Dr Frantz fanon (chef de Wilaya) Bordj Bou Arreridj.



Figure 11 : Carte illustrant la localisation de la DSP BBA (Google maps).

##### **4.2 Mission de la DSP :** l'analyse bactériologique des eaux.

#### **5 La présentation de la DRE :**

##### **5.1 Localisation de la DRE :** cité administrative douar soug Bordj Bou Arreridj.

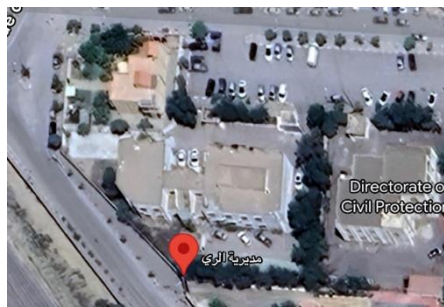


Figure 12 : Carte illustrant la localisation de la DRE BBA (Google maps).

##### **5.2 Mission de la DRE :** direction des ressources en eau; est un bureau du gouvernement. Hydraulique, assainissement et traitement des eaux adduction eau potable.

## 6 Le type et la durée de l'étude :

Il s'agit d'une étude analytique prospective basée sur l'analyse physique, chimique et bactériologique de barrage Ain Zada et des eaux de puits et dans les différentes régions situées dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

## 7 Echantillonnage :

### 7.1 Les lieux de prélèvement :

Le prélèvement a été effectué au niveau de plusieurs stations à la wilaya de Bordj Bou Arreridj durant le mois de mars jusqu'au mois de mai 2024, le choix de ce prélèvement nous a permis de caractériser et identifier la qualité d'eau le plus pollué.

Ils se répartissent comme suit :

### 7.1.1 Présentation de barrage et des puits sélectionnés au niveau de wilaya Bordj Bou Arreridj :

Tableau 5 : Présentation de barrage et des puits sélectionnés au niveau de wilaya Bordj Bou Arreridj :

N°	Nom de source	Lieu de prélèvement	La date
P1	Ouled Ali	Hasnaoua	3 Mars 2024 3 Avril 2024
F1	Oued Ouerdig	Medjana	3 Mars 2024 3 Avril 2024
F2	Lachbore	Bordj Bou Arreridj	4 Mars 2024 4 Avril 2024
B avant T	Ain Zada	Ain-Taghrout	4 Mars 2024 4 Avril 2024
B après T	Ain Zada	Ain-Taghrout	4 Mars 2024 4 Avril 2024
P2	Oulad Dahmane	Oulad Dahmane	10 Mars 2024 10 Avril 2024
P3	Ain Mrabtine	Bordj Zamoura	10 Mars 2024 10 Avril 2024
P4	Ma Massaouda	Bordj Zamoura	10 Mars 2024 10 Avril 2024
F3	Zrazria	El Hamadia	15 Mars 2024 15 Avril 2024



### 7.2 Prélèvement des échantillons :

Le prélèvement de l'échantillon doit être réalisé avec une grande rigueur pour assurer des résultats efficaces :

- ✓ On a utilisé des bouteilles en plastique de 2 litres pour les prélèvements des analyses physico-chimiques et pour les prélèvements des analyses bactériologiques on a pris des flacons en verre de 250ml qui ont été rincés par de l'eau distillée, ensuite stérilisés par l'autoclave sous une température de 120 °C pendant une heure.
- ✓ Durant l'échantillonnage; afin de prévenir la croissance microbienne et garantir des résultats précis ; On doit flamber le bord du flacon en verre avant et après le remplissage, Le flacon ne doit pas être rempli entièrement; en effet il convient de laisser un petit vide d'air, permettant un mélange correct en secouant le flacon.
- ✓ Étiquetage, sur les bouteilles et les flacons : lieu, la date, l'heure et le type de prélèvement.

### 7.3 Conservation et transport des échantillons :

- ✓ Nous avons transporté et conservé les échantillons dans une glacière sous une température de 4°C, l'analyse physico-chimique des échantillons ne doit pas dépasser les 24 heures après le prélèvement en revanche l'analyse bactériologique a un délai maximum de 8 heures après la collecte de l'échantillon.

## **8 Les paramètres à analysés :**

Cette étude nous a permis d'effectuer deux sortes d'analyse : des analyses physicochimique et bactériologique des eaux souterraines et de surface au niveau de deux laboratoires.

- ❖ **Les analyses physico-chimiques ont été réalisés au niveau du laboratoire de l'université de BBA :** la température, le pH, la conductivité électrique (EC), la turbidité, TDS, la salinité, la dureté totale, le calcium, le magnésium, le chlorure, l'alcalinité, la DBO5, la DCO, les nitrites, les nitrates.
- ❖ **Les analyses bactériologiques ont été établis au niveau du laboratoire de la direction de la santé et de la population de la wilaya de BBA :** le dénombrement des coliformes totaux et fécaux, dénombrement des streptocoques fécaux, les salmonelles.

## 9 Le principe des analyses physico-chimique :

### 9.1 L'analyse de la température :

#### Principe :

La température est mesurée par un thermomètre sur site et les valeurs obtenues sont estimées en °C ; Généralement, Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent un thermomètre intégré (fig.13).

### 9.2 L'analyse de potentiel d'hydrogène (pH) :

#### Principe :

La détermination de la valeur du pH est basée sur le mesurage de la différence de potentiel d'une cellule électrochimique à l'aide d'un pH-mètre approprié (fig.13).[51]

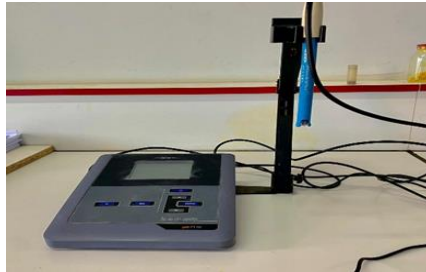


Figure 13 : Le pH mètre.

### 9.3 L'analyse de la turbidité :

#### Principe :

La turbidité est mesurée au laboratoire à l'aide d'un turbidimètre (fig.14) à cellule photoélectrique, par la méthode Néphélé-métrique. Les résultats sont exprimés en unité de turbidité Néphélé-métrique (NTU).[52]



Figure 14: La turbidimètre.

#### **9.4 L'analyse de la conductivité :**

##### **Principe :**

C'est une détermination très importante car elle renseigne sur la minéralisation de l'eau. La conductivité électrique d'une eau est la conductance (inverse de la résistance) d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (fig.15). Elle est fonction de la concentration totale en ions, de leur mobilité, leur valence, leur concentration relative et de la température. L'unité de la conductivité dans le cas de l'eau en utilise généralement le micro siemens par centimètre ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ).[51]

#### **9.5 L'analyse de taux de sels dissous :**

##### **Principe :**

Le TDS signifie total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques. Les sels inorganiques communs trouvés dans l'eau incluent le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium qui sont tous des cations et des carbonates, nitrates, bicarbonates, chlorures et sulfates qui sont tous des anions; Le TDS est mesurée au laboratoire à l'aide d'un conductimètre (fig.15).[53]

#### **9.6 L'analyse de La salinité :**

##### **Principe :**

Mesure de la conductivité de l'eau à une température donnée, qui est sensiblement proportionnelle à la concentration d'un sel donné, en deçà de quelques dizaines de grammes par litre. Selon les ions et la grandeur de la concentration, on trouve de nombreux graphiques de correspondance. Pour des eaux naturelles peu salines et de compositions variées, l'équivalence n'est pas bonne. La salinité est mesurée au laboratoire à l'aide d'un conductimètre (fig.15).[54]



**Figure 15 :** La conductimètre.

### 9.7 L'analyse de la dureté totale (TH) :

#### **Principe :**

La dureté de l'eau est due à des sels dissous de calcium et de magnésium; elle peut être mesurée par titrage complexométrique de la concentration des ions avec une solution d'EDTA (fig.16) [55] L'EDTA est un fort chélateur, il « capte » les ions métalliques et forme des complexes Mg-EDTA et Ca-EDTA. On utilise également un colorant appelé Eriochrome Black T (NET) comme indicateur coloré. Ce colorant à pH 10 est bleu pâle, il devient rouge-rosé lorsqu'il forme des complexes avec les ions calcium et magnésium : Mg-NET et Ca-NET. [56]

### 9.8 L'analyse de calcium :

#### **Principe :**

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T. A à pH entre 12 et 13 (fig.16). Ce dosage se fait en présence du Murexide, l'E.D.T. A réagi tout d'abord avec les ions calcium libres puis avec les ions calcium combinés avec l'indicateur coloré qui vire alors de la couleur rouge au violet.[53]

### 9.9 L'analyse de magnésium :

#### **Principe :**

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylène diamine tétra-acétique (fig.16). Le noir ériochrome T, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur.[53]

### 9.10 L'analyse du TA et du TAC :

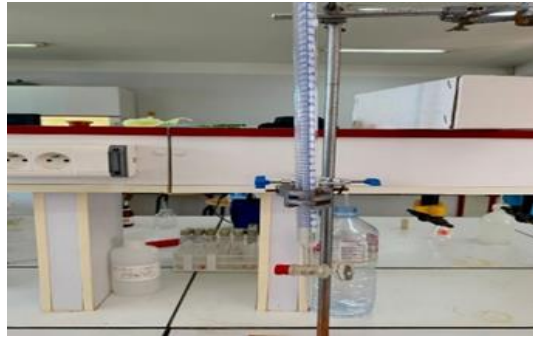
#### **Principe :**

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué (fig.16), en présence d'un indicateur coloré. [23]

### 9.11 L'analyse du chlorure :

#### **Principe :**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent (fig.16). [23]



**Figure 16 :** La burette graduée pour le dosage.

### **9.12 L'analyse de nitrites (NO<sub>2</sub>-) :**

#### **Principe :**

Sont des composés intermédiaires de l'azote entre l'ammoniac et les nitrates, apparaissant lors de la dégradation des substances azotées par des bactéries dans la filtration biologique. Les nitrites sont toxiques pour la majorité des êtres vivants. La procédure consiste à déterminer la concentration des nitrites dans l'eau par la méthode spectrophotométrique (fig.17) à une longueur d'onde de 540 nm.[57]

### **9.13 L'analyse de nitrates (NO<sub>3</sub>) :**

#### **Principe :**

Constituent la forme azotée dominante dans les cours d'eau et dans les nappes d'eau souterraines. Ils proviennent généralement de la décomposition de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites. La réaction des nitrates avec l'acide sulfosalicylique (formé par addition à l'échantillon de salicylate de sodium et d'acide sulfurique). Une coloration jaune stable. La mesure spectrophotométrique (fig.17) est effectuée à une longueur d'onde de 415 nm.[57]



**Figure 17 :** Le spectromètre.

### 9.14 L'analyse de demande chimique en oxygène DCO :

#### Principe :

Elle est mesurée par la consommation de l'oxygène d'une solution de dichromate de potassium, à chaud (fig.18) et sous reflux (fig.19), en 2 heures. Elle représente la plupart des composés organiques présents et les sels minéraux oxydables tels que beaucoup de composés du soufre. [54]

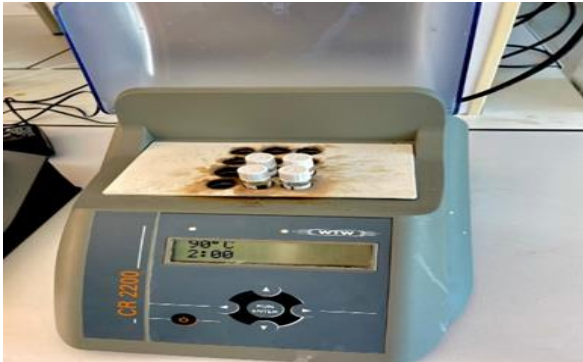


Figure 19 : Le thermo-réacteur.



Figure 18 : Le photomètre (photo-Flex).

### 9.15 L'analyse de Demande biologique en oxygène (DBO5) :

**Principe :** Elle est mesurée par la consommation d'oxygène à 20 °C, à l'obscurité et pendant cinq jours d'incubation (fig.20), d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction des MO carbonées. [54]



Figure 20 : Les flacons bruns de Winkler avec L'OXITOP.

## 10 Le principe des analyses bactériologique :

### 10.1 L'analyse des Coliformes totaux (bactéries coliformes) :

#### Principe :

Bacilles gram-négatifs capables de développer en présence de sels biliaries ou d'agents tenso-actifs qui fermentent le lactose en produisant de l'acide, du gaz et de l'aldéhyde à  $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  (fig.21)

pendant 24-48 heures. La majorité des bactéries coliformes appartiennent au genre *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* et *Enterobacter*, bien que plusieurs autres genres et espèces appartiennent également au groupe.[58]

#### **10.2 L'analyse des Coliformes fécaux (thermotolérants) :**

##### **Principe :**

Sous-groupe de bactéries coliformes qui fermentent le lactose à  $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  sous 24 heures (fig.22), dont le principal représentant est la bactérie *Escherichia*, d'origine exclusivement fécale.[58]

#### **10.3 L'analyse des *Escherichia coli* :**

##### **Principe :**

Bactérie du groupe coliforme qui fermente le lactose et le mannitol, produisant de l'acide et du gaz à  $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  pendant 24 heures (fig.22), est considéré comme l'indicateur le plus précis de la contamination fécale récente et de présence éventuelle de micro-organismes pathogènes.[58]

#### **10.4 L'analyse des Streptocoques fécaux :**

##### **Principe :**

Les streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe « D », sont des hôtes normaux des intestins de l'homme et des animaux, se présentent sous forme de Cocci à Gram positif, Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à  $37^{\circ}\text{C}$  sur un milieu sélectif à l'azoture de sodium (fig.21), capables d'hydrolyser l'esculine en présence de bile en 2 heures à  $44^{\circ}\text{C}$ . [59]

#### **10.5 L'analyse des Salmonelles :**

##### **Principe :**

Les Salmonelles sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de bacilles Gram négatifs, en forme de tige, aéro-anaérobies facultatives ne fermentant pas le lactose, mais fermentant le glucose avec production de gaz et de  $\text{H}_2\text{S}$ , hautement pathogènes L'isolement a été effectué sur milieu gélosé Hektoen.[60]



**Figure 22** : L'étuve de 37°C.



**Figure 21** : L'étuve de 44°C.



*Chapitre 05 :*  
*Résultats et Discussions.*

---

**Chapitre 05 : Résultats et Discussions :**

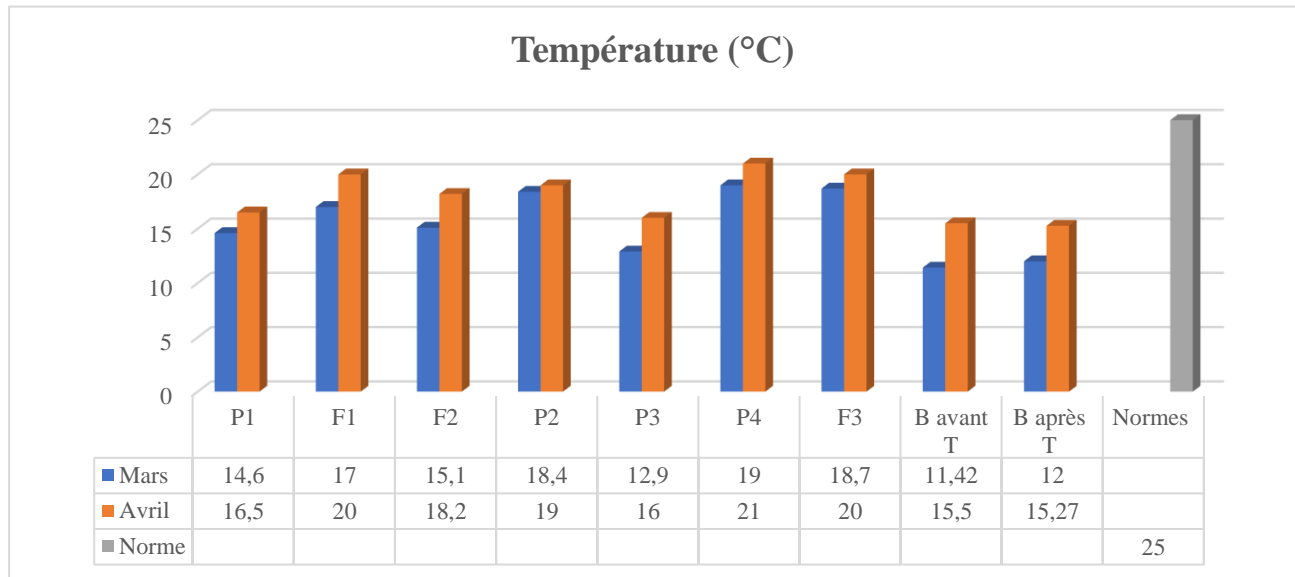
Les analyses physico-chimique et bactériologique ont été réalisées dans le cadre de la surveillance régulière de la qualité de l'eau potable distribuée dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj. L'objectif principal est de la détermination de sa qualité et la possibilité de son utilisation pour la consommation humaine et cela afin d'assurer que les résultats des analyses respectent les normes de potabilité.

Nous avons effectué des analyses physiques et bactériologiques pour les échantillons des puits, des forages et barrage Ain zada de la région et on discute les résultats obtenus.

**1 Les résultats des analyses physico-chimiques :**

**1.1 La variation de la température :**

La gestion de la température de l'eau potable est un aspect essentiel de la distribution et du traitement de l'eau. Elle influence la qualité microbiologique, ainsi que les propriétés sensorielles de l'eau.



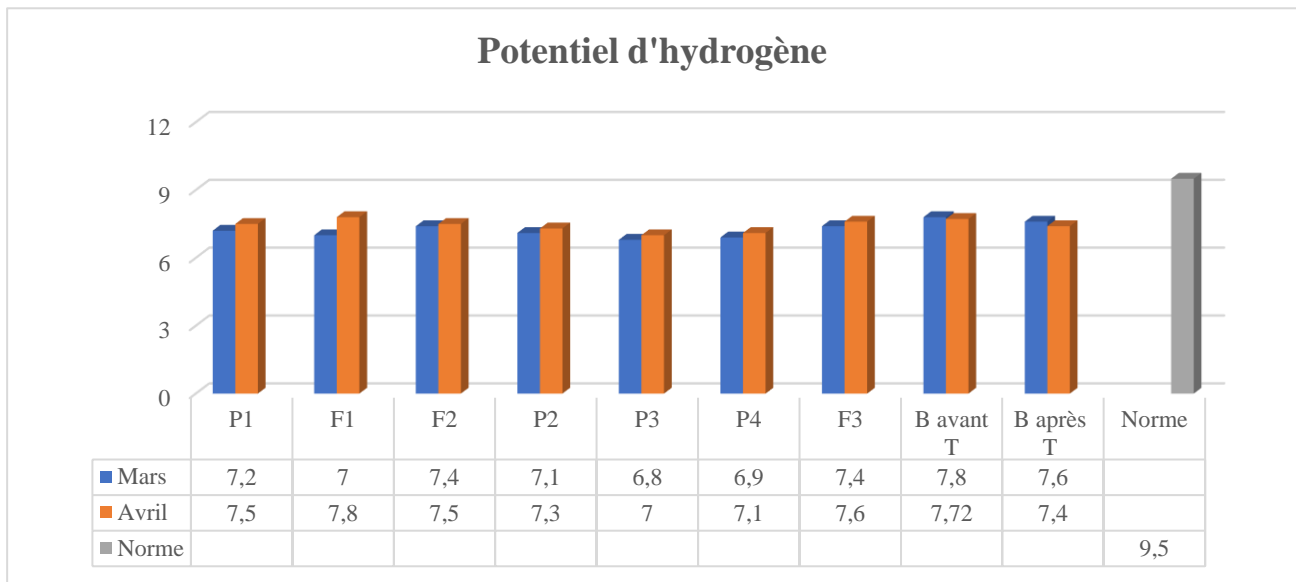
**Figure 23 :** La variation de température des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- Les résultats obtenus montrent que les degrés de la température varient selon les saisons, la température dans le mois de Mars est inférieure à 19°C (P4) avec un minimum de 11°C (Cas du barrage avant traitement), par contre dans le mois d'Avril, elle est supérieure à 15°C (Barrage après traitement) avec un maximum de 21°C (P4); ce changement est causé par le changement

climatique durant les deux mois. Une température élevée peut favoriser la prolifération des micro-organismes et réduire la solubilité de l'oxygène dans l'eau, affectant la qualité microbiologique et le goût. Ces valeurs obtenues sont conformes à la norme algérienne recommandée qui est de 25 °C.

### 1.2 La variation de potentiel d'hydrogène :

Le pH représente la concentration en ions hydrogènes dans l'eau potable, c'est un paramètre critique qui influence sur de nombreux aspects de la gestion de l'eau, la corrosion des infrastructures. Un contrôle précis du pH permet d'assurer la longévité des infrastructures de distribution.

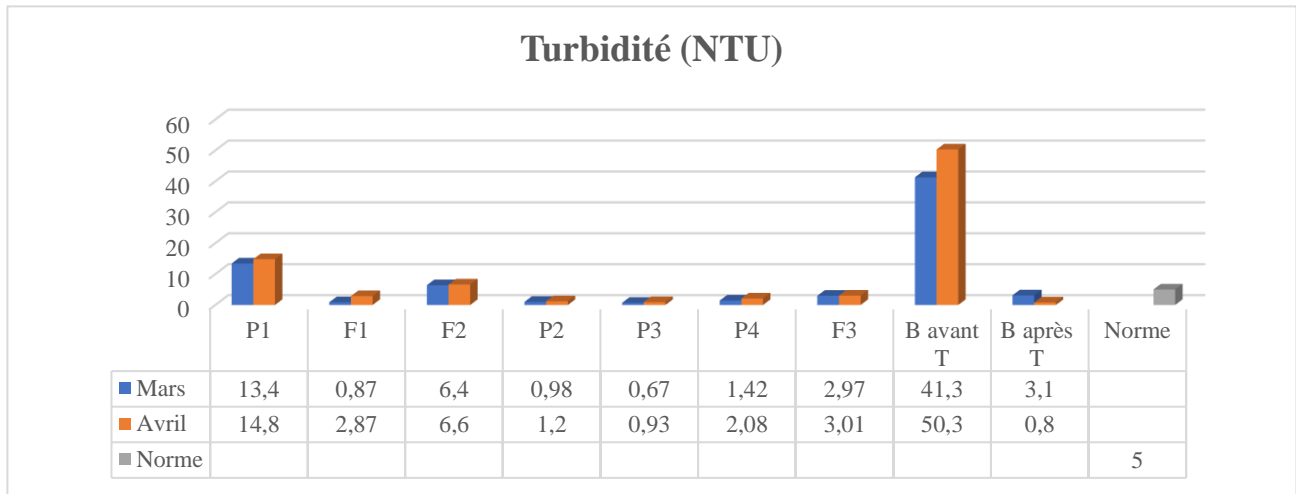


**Figure 24 :** La variation de pH des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- Les résultats obtenus des différentes analyses sont situés entre 6,8 (P3) et 7,8 (B avant T) durant le mois de Mars, et 7 (P3) et 7,8 (F1) durant le mois d'Avril; Ce qui témoigne d'une légère alcalinité au cours de la période de fortes pluies. Donc les valeurs obtenues sont conformes à la norme algérienne recommandée qui est de 9,5.

### 1.3 La variation de la turbidité :

La turbidité est un indicateur crucial de la qualité de l'eau potable, et indique la présence de particules en suspension telles que des sédiments, des matières telles que l'argile, les matières organiques et inorganiques fines, influençant directement sur la sécurité microbiologique.

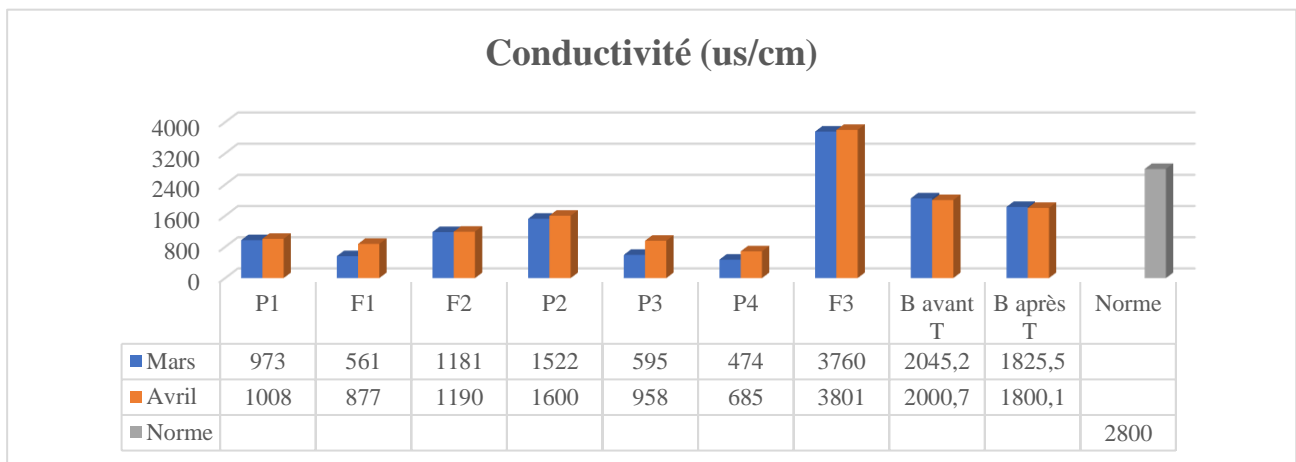


**Figure 25 :** La variation de la turbidité des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- Les valeurs moyennes de la turbidité dans les mois de Mars et Avril varient entre 13,4 NTU et 14,8 NTU (P1), 6,4 NTU et 6,6 NTU (F2), atteignant les valeurs de 41,3 NTU et 50,3 NTU (Cas du barrage avant Traitement). Ces valeurs ont largement dépassé la limite des valeurs autorisé par la législation Algérienne. Ces fortes valeurs sont essentiellement dues à la présence de MES cause par les eaux de ruissellement, les déchets des animaux et les différents rejets urbains; par contre les valeurs obtenues pour les autres sources sont acceptables, 0,6 NTU pour le P3 et 3,1 NTU pour l'eau du barrage après traitement, ceci est dû à l'effet de décantation d'eau de puits et au traitement au niveau de la station de l'ADE. Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne recommandée qui est de 5 NTU.

#### 1.4 La variation de la conductivité :

La mesure de la conductivité dans l'eau potable est essentielle pour évaluer la qualité chimique de l'eau, détecter les contaminants, et la quantité de sels dissous dans l'eau.

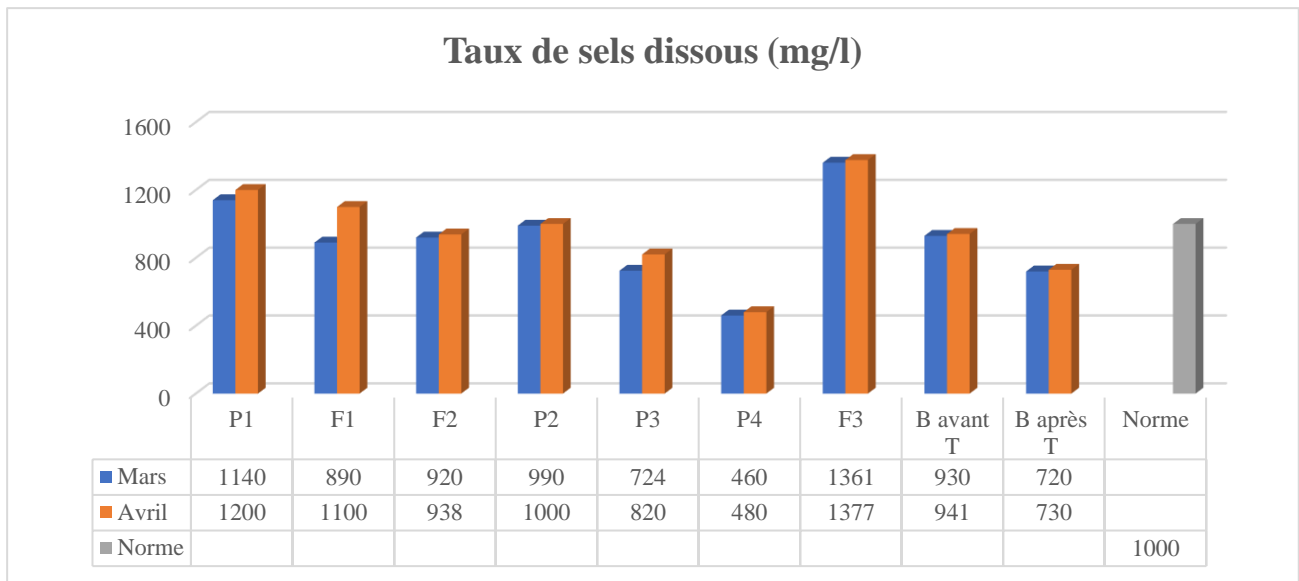


**Figure 26 :** La variation de conductivité des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- Les résultats des mesures ont permis d'observer la variation de la conductivité électrique (Fig.26), qui varie entre 474  $\mu\text{s/cm}$  (P4) et 3760  $\mu\text{s/cm}$  (F3) durant le mois de Mars, et entre 685  $\mu\text{s/cm}$  (P4) et 3801  $\mu\text{s/cm}$  (F3) durant le mois d'Avril. Les valeurs dans les autres sources ne dépassent pas la norme algérienne de potabilité fixée à 2800  $\mu\text{s/cm}$ , excepté l'eau du forage 3 qui affiche une valeur trop élevée durant les deux mois, ce résultat montre une forte minéralisation d'eau dans ce forage dû à la présence naturelle des minéraux dans les roches et le sol qui entoure et compose ce forage augmentant ainsi sa conductivité.

### 1.5 La variation du taux de sels dissous :

La mesure de la TDS dans l'eau potable est un outil important pour évaluer sa qualité et sa potabilité, ainsi que pour identifier d'éventuels problèmes de santé ou de corrosion liés à sa consommation.



**Figure 27 :** La variation de TDS des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- Les résultats des mesures de la variation de TDS (Fig.27), ont montré que durant le mois de Mars ces valeurs sont inférieure à 1140mg/l (cas du puit P1) et 1361mg/l(Cas du forage F3), Cependant durant le mois d'Avril les résultats obtenus varient entre 1200mg/l (P1), 1100mg/l (F1) et 1377mg/l (F3), ces valeurs indiquent une concentration élevée de solides dissous, ceci peut être dû à la présence de contaminants urbains, agricoles ou sels minéraux; Cependant dans les autre source les valeurs sont entre 720mg/l (Cas du Barrage après Traitement) et 1000mg/l (Cas du puit P2), ces valeurs sont conformes à la norme Algérienne recommandée qui est de 1000 mg/l.

### 1.6 La variation de la salinité :

La salinité dans l'eau potable est importante pour garantir sa potabilité. Elle permet d'identifier d'éventuelles contaminations et de prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité de l'eau destinée à la consommation humaine.

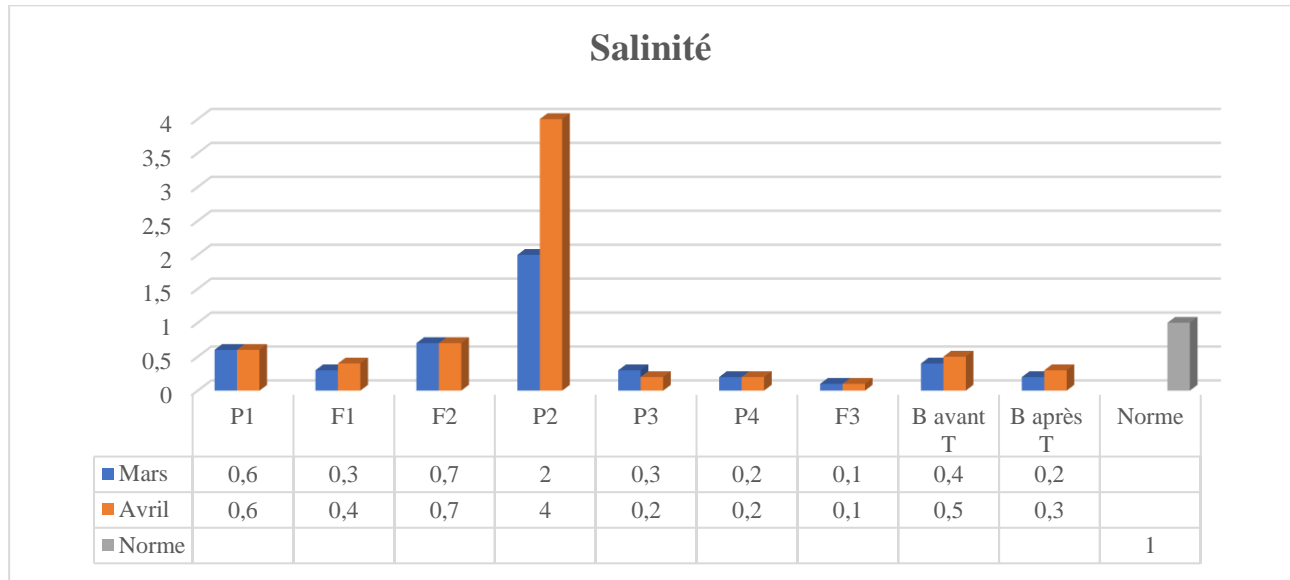
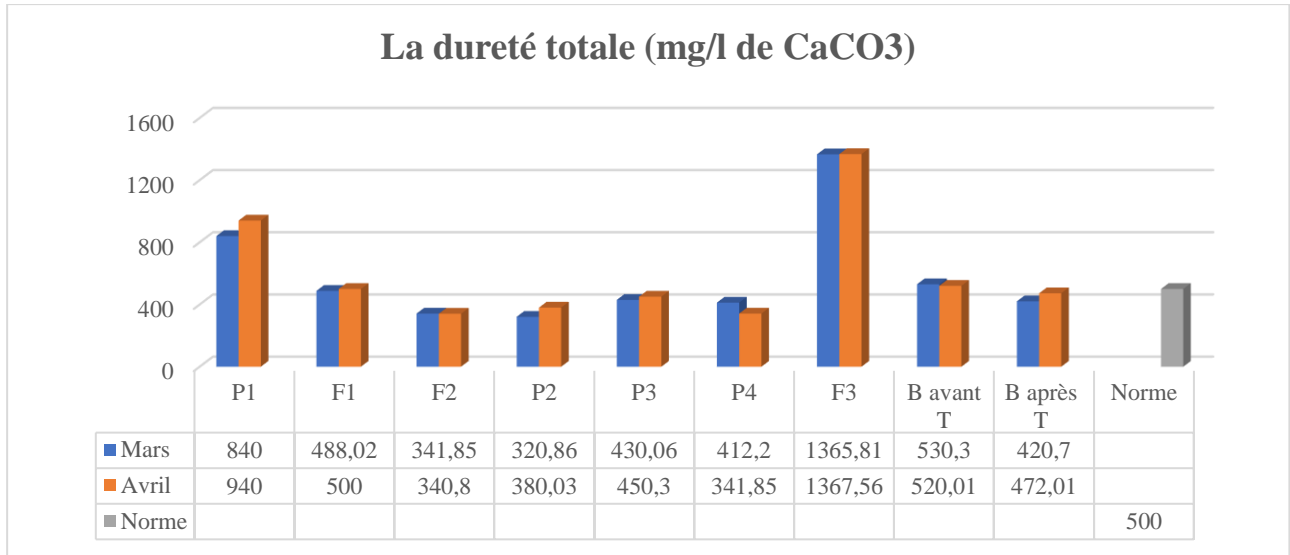


Figure 28 : La variation de salinité des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- Les valeurs obtenus de la salinité durant les mois de Mars et Avril varient entre 0,1 et 0,7 qui montrant que la salinité ne dépasse pas la norme Algérienne de potabilité fixée à 1; sauf l'eau de Puit 2, qui montre une valeur élevée durant les deux mois dépassant largement la norme, indiquant une forte concentration de sels, ce qui peut être dû à des rejets industriels et la présence de sel dans le sol.

### 1.7 La variation de la dureté totale :

La dureté totale dans l'eau potable est importante car elle fournit des informations sur la concentration de certains minéraux, principalement le calcium et le magnésium, présents dans l'eau, et pour évaluer sa qualité et son impact sur l'utilisation domestique et les infrastructures.

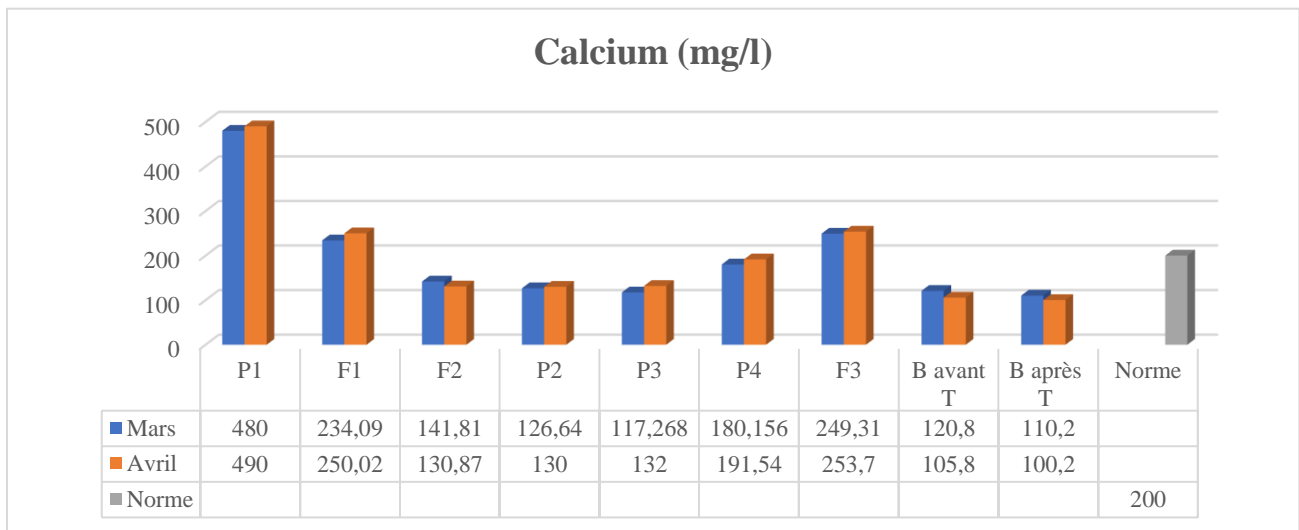


**Figure 29 :** La variation de la dureté totale des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- D'après les résultats obtenus durant les deux mois les valeurs de la dureté totale dans les puits 2, 3 et 4, les forages 1 et 2 et le Barrage après Traitement sont conformes à la norme qui est de 500 mg/l de CaCO<sub>3</sub>; tandis que le puits 1, le forage 3 et le barrage avant T indiquent une dureté élevée durant les deux mois due à la présence de colloïdes, à la nature lithologique de la formation aquifère et sa composition en magnésium et en calcium et autres cations.

### 1.8 La variation de Calcium :

Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés.[23]



**Figure 30 :** La variation de calcium des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- A la lueur des résultats obtenus, les teneurs en  $\text{Ca}^{2+}$  qui sont représentées sur la figure 30, ont montré que le puits 1 présente la teneur la plus élevée en  $\text{Ca}^{2+}$  : 480mg /l durant le mois de Mars et 490mg/l durant le mois d'Avril dépassant les valeurs limites tolérées par la norme Algérienne 200mg/l. Ceci peut être causé par la composition de la roche composant ce puit (formations rocheuses calcaires). Des valeurs légèrement élevées sont obtenues pour les forages 1 et 3 mais ces valeurs restent acceptables pour la consommation humaine.

### 1.9 La variation de magnésium :

C'est un élément plus répandu dans la nature, Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, il donne un gout désagréable à l'eau.[23]

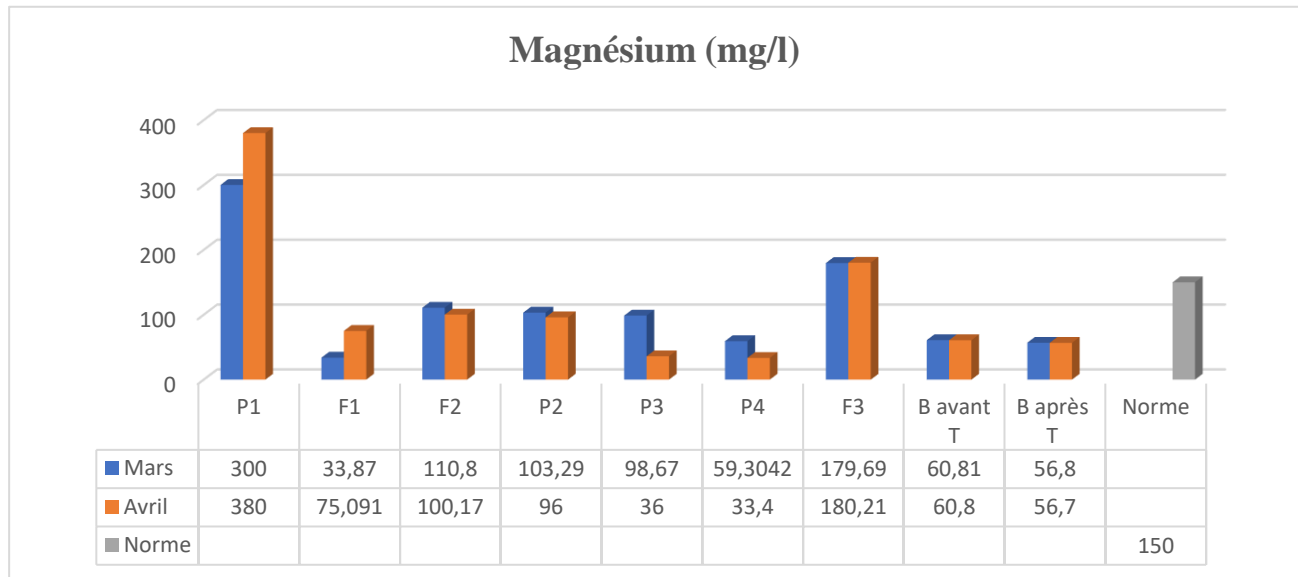


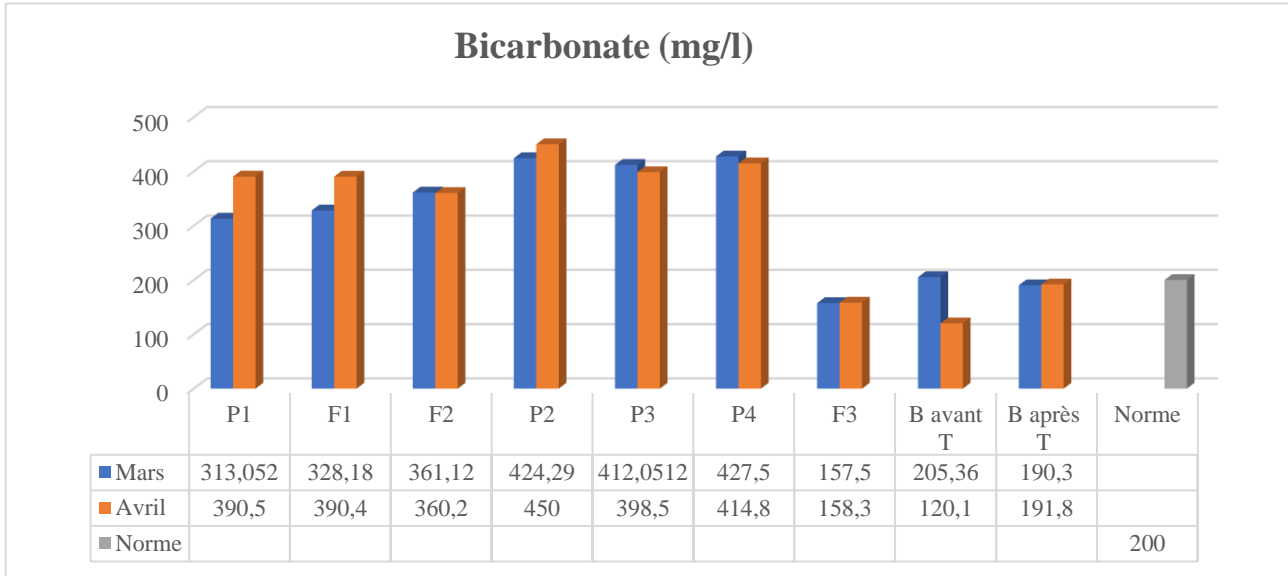
Figure 31 : La variation de magnésium des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- Les valeurs obtenues de magnésium dans la majorité des puits ne dépassaient pas la norme Algérienne d'eau potable de 150mg/l, sauf le puit 1 qu'indique une valeur élevée de magnésium due à la présence de roches contenant des sels de magnésium ou à des contaminants urbains et agricoles. On observe aussi que les valeurs pour le forage 3 sont légèrement élevées dépassant un peu la norme. Ceci peut être causé par les pratiques d'irrigation peuvent contribuer à la lixiviation des minéraux du sol vers les aquifères, aussi les eaux souterraines peuvent naturellement contenir du magnésium en raison de l'érosion et de la dissolution des roches contenant du magnésium.



**1.10 La variation de Bicarbonate :**

Bicarbonate agit comme un tampon, aidant à stabiliser le pH de l'eau. Cela signifie que même si des acides sont ajoutés à l'eau, les bicarbonates peuvent aider à maintenir le pH à un niveau acceptable pour la consommation humaine.

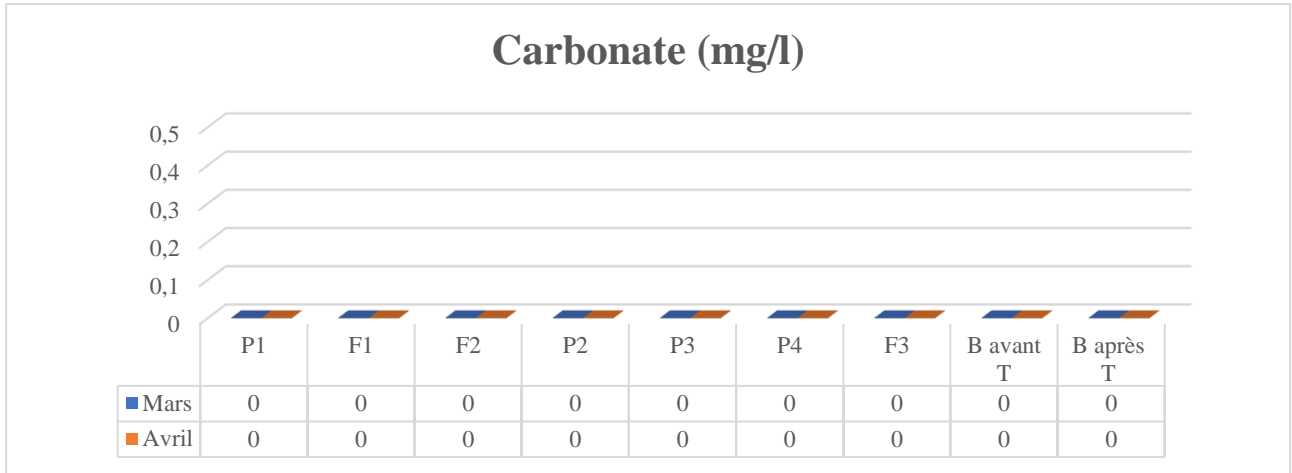


**Figure 32 :** La variation de bicarbonate des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- Les teneurs en bicarbonate enregistrée au courant du mois de Mars sont entre 157,0 mg/l et 427,5mg/l et celle d’Avril sont entre 120,1 mg/l et 450mg/l dans les puits (1-2-3-4). Les valeurs obtenues sont légèrement élevées causés par la pollution urbaine, ou à cause de la dissolution des roches calcaires (augmentant la concentration de bicarbonate (HCO<sup>3-</sup>) tout en consommant du carbonate.

**1.11 La variation de Carbonate :**

Les carbonates dans l'eau potable ne sont pas généralement considérés comme essentiels, Les carbonates n’existant qu’à pH > 8,3, sa présence peut avoir des effets sur la qualité de l'eau, notamment sur son pH et sa capacité à former du tartre. Les autorités réglementaires fixent souvent des limites pour d'autres paramètres liés à la dureté de l'eau qui peuvent être influencés par la présence de carbonate.

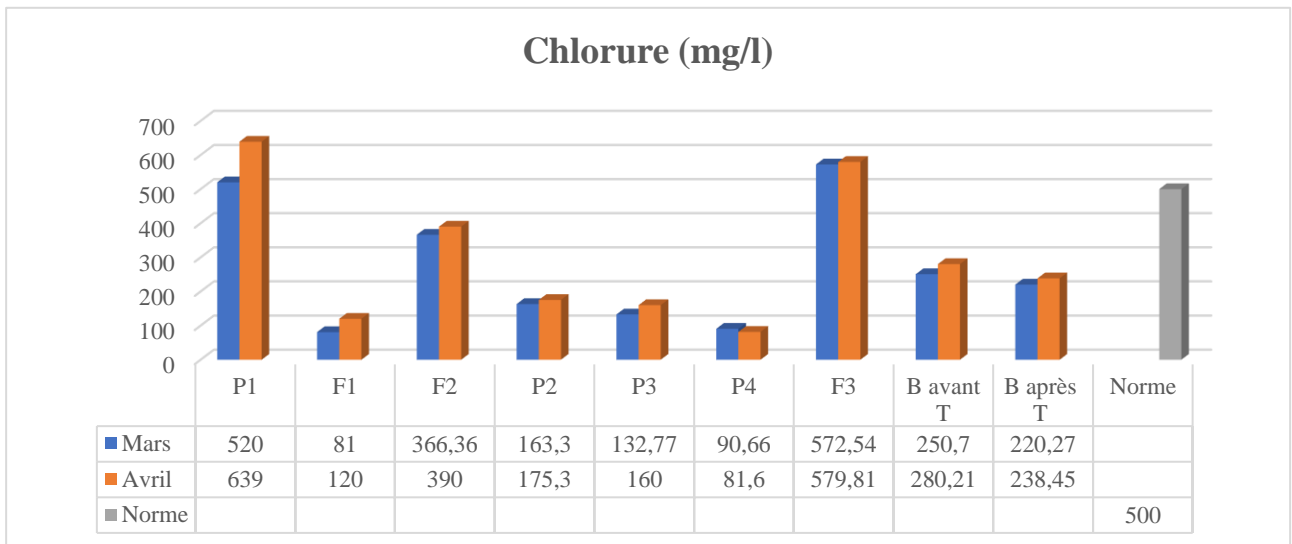


**Figure 33** : La variation de carbonate des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- Dans notre cas toutes les valeurs de carbonate sont nulles, car les valeurs du pH se situent entre 6 et 8,5 dans les eaux mesurées, le pH de l'eau potable influence la forme des ions de carbone présents. À un pH plus bas (plus acide), le carbonate se convertit en bicarbonate. Si le pH est suffisamment bas, tout le carbonate peut être converti en bicarbonate, entraînant l'absence de carbonate dans l'eau.

### 1.12 La variation de chlorure :

Les chlorures sont constamment présents dans les eaux souterraines et de surface en proportions très variables. Leur présence dans l'eau résulte de la dissolution des sels naturels, principalement le chlorure de potassium (KCl) et le chlorure de sodium (NaCl).

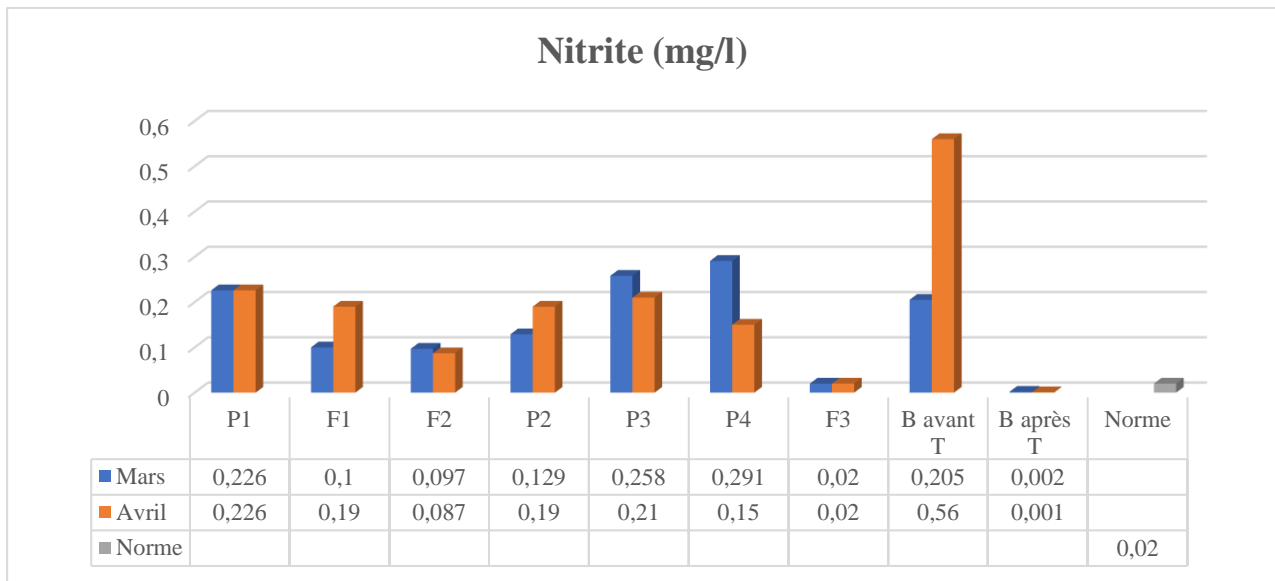


**Figure 34** : La variation de chlorure des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- Les concentrations en chlorures dans les eaux analysées sont généralement importantes, presque tous les échantillons d'eau analysés (Fig.34) sont conformes à la norme 500 mg/l, sauf au niveau de puit 1 et forage 3 varient entre 520mg/l (P1) et 572,54mg/l (F3) durant le mois de Mars, 639mg/l (P1) et 579,81mg/l (F3) durant le mois d'Avril, leur présence dans l'eau souterraine résulte de la dissolution des sels naturels, principalement le chlorure de potassium (KCl) et le chlorure de sodium (NaCl).

### 1.13 La variation de Nitrite :

En l'absence de pollution, il n'y a pas ou très peu de nitrites dans les eaux et dans les zones où l'autoépuration est active; les teneurs se maintiennent à des niveaux très faibles (de l'ordre de 0,01 mg/L).[23]

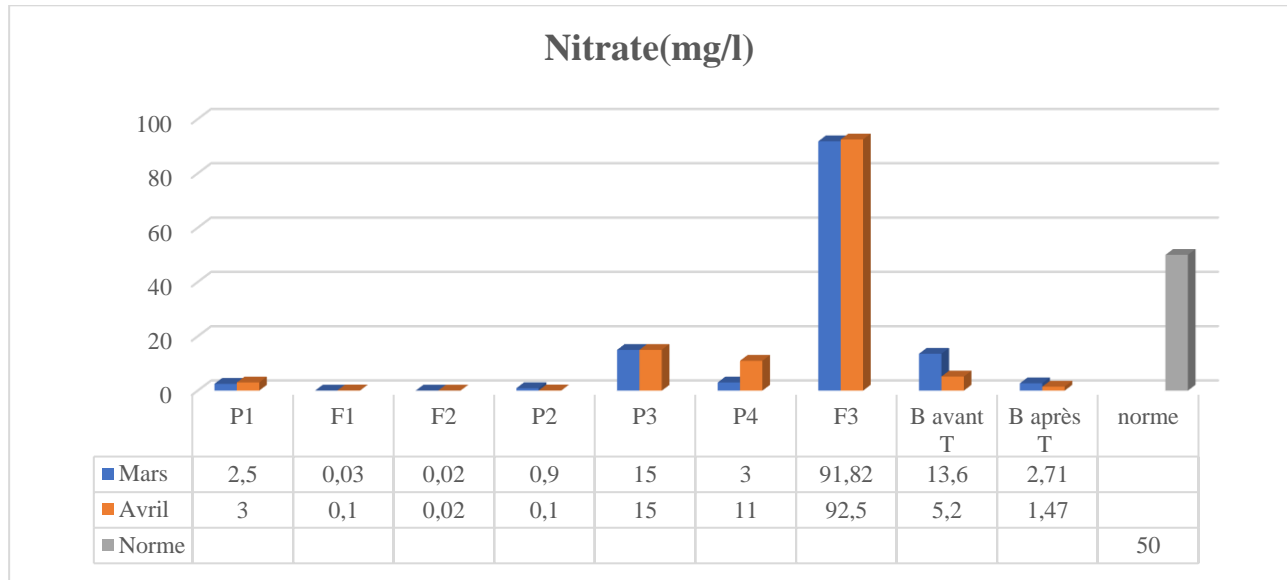


**Figure 35 :** La variation de nitrite des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- La variation de nitrite durant les deux mois dépasse la norme (de 0,02 mg/l). Les valeurs obtenues varient entre 0,129mg/l à 0,291mg/l dans les puits P1, P2, P3 et P4, et de 0,097 mg/l à 0,1mg/l dans les forages F1 et F2 et dans le barrage avant le traitement avec un teneur de 0,205 mg/l durant le mois de Mars, et entre 0,15 mg/l à 0,226 mg/l dans les puits P1, P2, P3 et P4, et de 0,087 mg/l à 0,19 mg/l dans les forage F1 et F2 et dans le Barrage avant traitement avec une teneur de 0,56 mg/l durant le mois d'Avril, cependant les eaux du forage F3 et le barrage après traitement sont conformes à la norme, Les valeurs élevées sont peut être dues à des contaminations fécales et contamination par des fertilisants agricoles.

### 1.14 La variation de Nitrate :

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. L'OMS recommande pour les eaux destinées à la consommation humaine une valeur limite de 50 mg/L ( $\text{NO}_3^-$ ). [23]

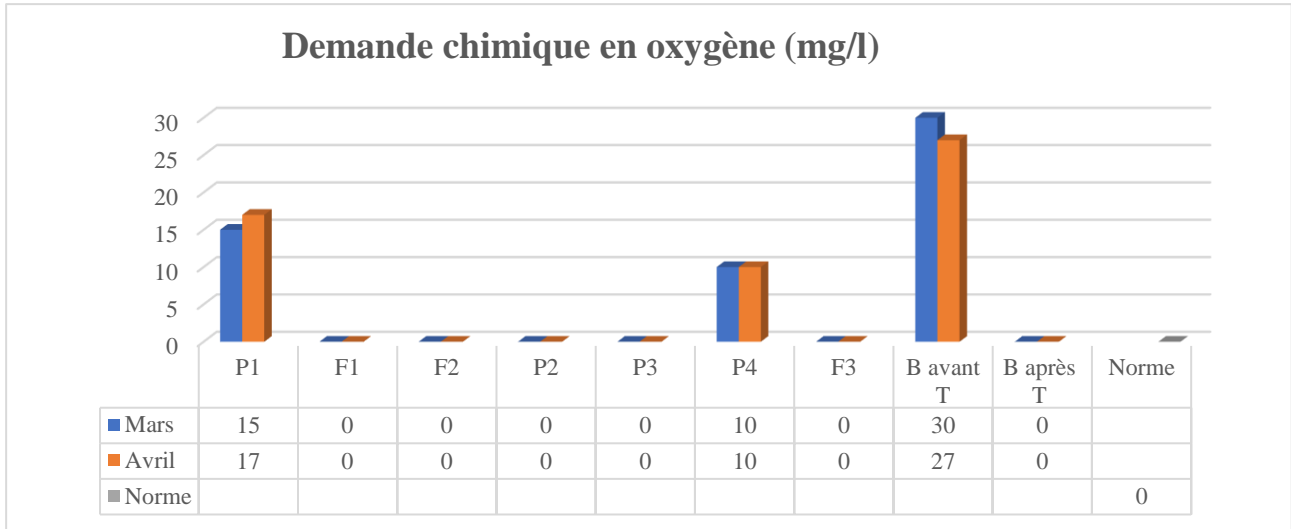


**Figure 36 :** La variation de nitrate des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- La variation de nitrate obtenus durant les mois de Mars et Avril varient entre 0,02 mg/l et 13,6 mg/l qui sont un peu élevé dues à des rejets d'eaux usées, la décomposition de matière organique dans le sol et par lessivage des produits azotés dans le sol, mais généralement sont conformes à la norme Algérienne de potabilité fixée à 50 mg/l; sauf l'eau de forage 3, qui montre une valeur très élevée durant les deux mois, de 91,82 mg/l et 92,5 mg/l respectivement. Dépassant largement la norme, causée par une contamination de l'épandage excessif d'engrais. L'utilisation excessive de fertilisants azotés dans l'agriculture.

### 1.15 La variation de Demande chimique en oxygène :

La DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques oxydables (biodégradable ou non biodégradable). Elle s'exprime par la quantité d'oxygène fournie par le dichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques.[23]

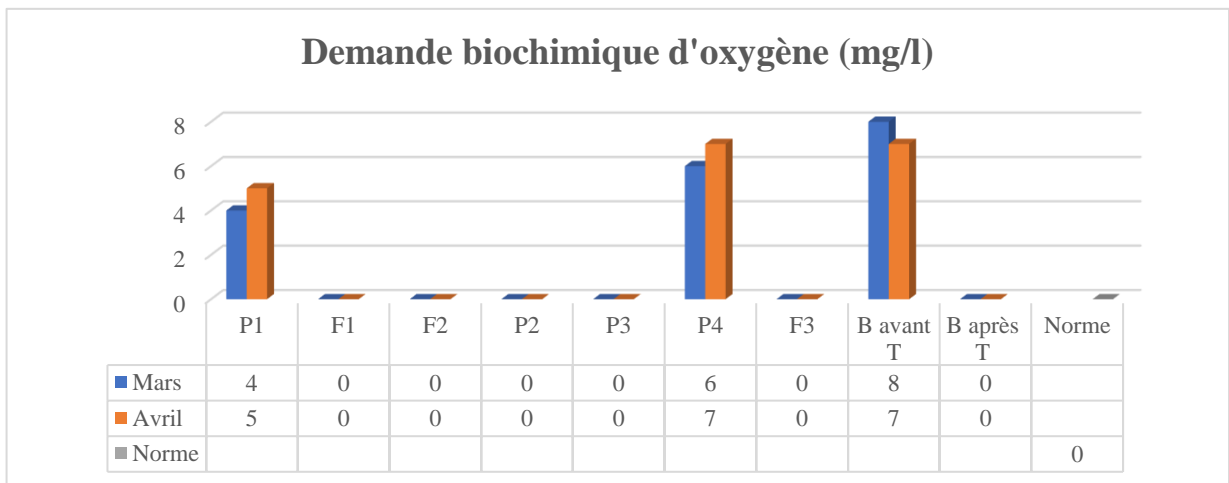


**Figure 37 :** La variation de DCO des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- La variation de la DCO dans presque tous les échantillons d'eau analysés (Fig.37) est conformes aux normes étant donné que leur concentration est inférieure à celle recommandée par la norme Algérienne (0 mg/l), exceptés les eaux des puits P1 et P4 ainsi que l'eau du barrage avant traitement, ceci est peut-être dû aux différents composés organique contenus dans ces eaux (détergents, matières fécales) ou des sels minéraux oxydables.

### 1.16 La variation de Demande biochimique d'oxygène :

Les phénomènes d'autoépuration naturelle dans les eaux superficielles et souterraine résultent de la dégradation des charges organiques polluantes et carbonée biodégradable, sous l'action de microorganismes. Il en résulte une consommation d'oxygène qui s'exprime par la demande biochimique en oxygène ou DBO5. [23]



**Figure 38 :** La variation de DBO5 des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- La variation de la DBO5 dans presque tous les échantillons d'eau analysés (Fig.38) est conformes aux normes étant donné que leur concentration est inférieure à celle recommandée par la norme algérienne (0 mg/l), exceptés les eaux des puits P1 et P4 ainsi que l'eau du barrage avant traitement, ceci est peut-être dû aux différents composés organique contenus dans ces eaux (détergents, matières fécales).

## 2 Les résultats des analyses bactériologiques :

### 2.1 La variation des coliformes totaux :

Les coliformes sont considérés depuis longtemps comme de bons indicateurs microbiens de la qualité de l'eau de boisson, notamment parce qu'ils sont faciles à détecter et à dénombrer dans l'eau.[34]

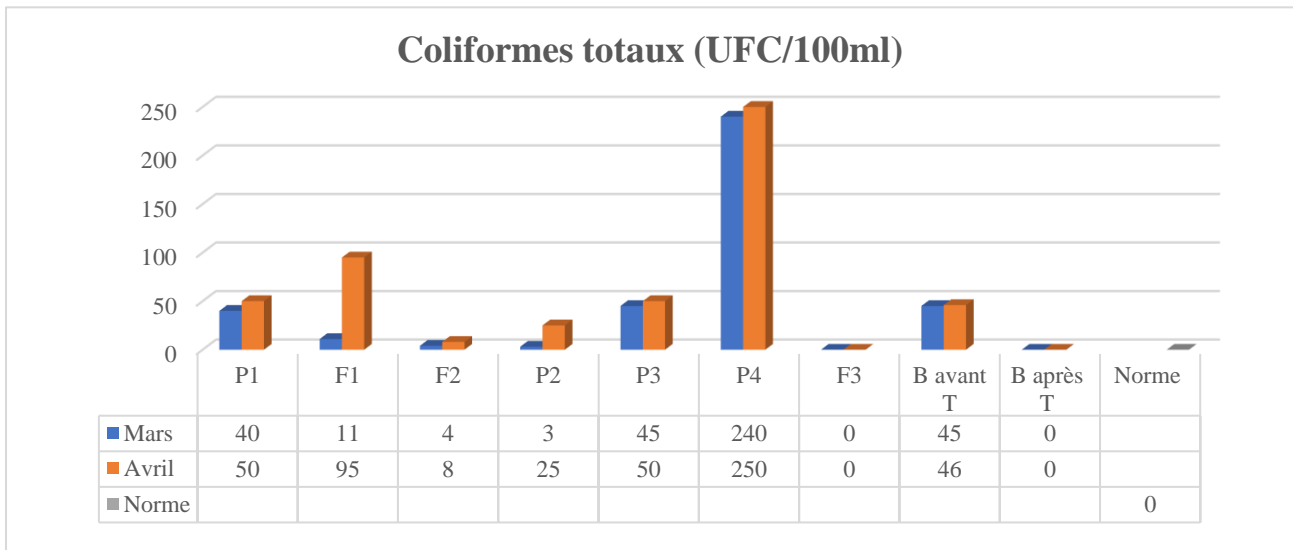
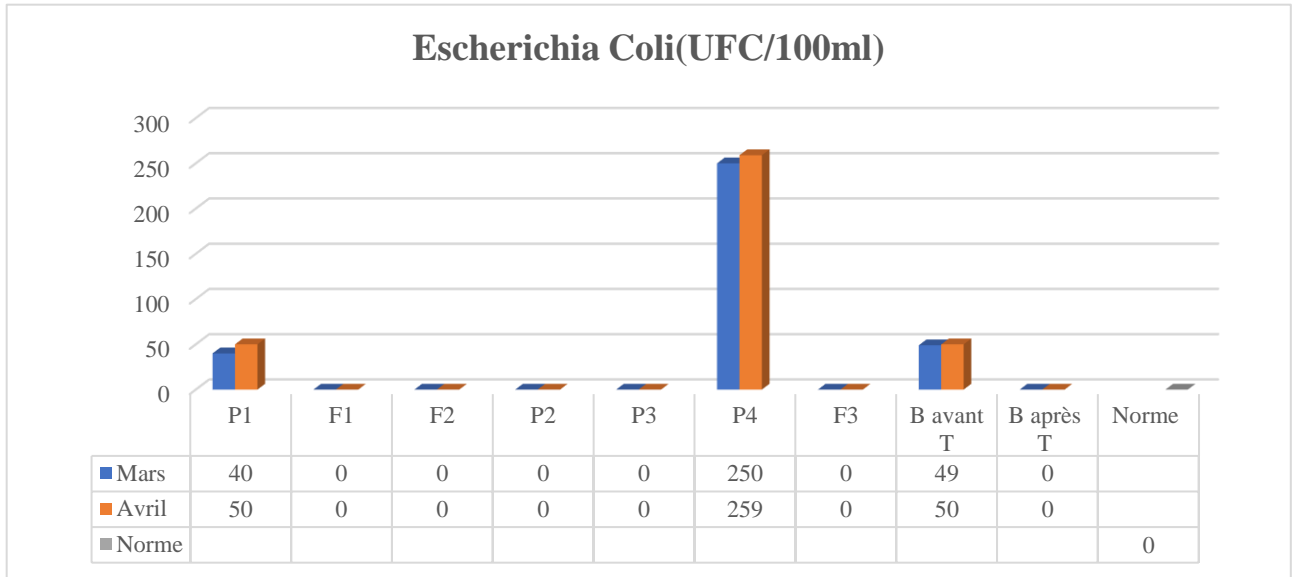


Figure 38 : La variation de coliforme totaux des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- D'après notre évaluation du nombre des coliformes totaux dans l'eau nous avons trouvé que presque tous les échantillons d'eau analysés sont chargés par les coliforme totaux cela peut être dû à des infiltrations d'eaux usées et eau de surface dans les sources d'eau potable qui ne sont pas bien protégés, ou de matières organiques; sauf le forage 3 et Barrage après traitement sont conformement à la norme de potabilité de 0mg/l.

**2.2 La variation des Coliformes fécaux (E. coli) :**

Escherichia coli est abondant dans les fèces humaines et animales. On le trouve dans les eaux d'égout, les effluents traités, ainsi que dans toutes les eaux naturelles et dans les sols qui ont subi une contamination fécale récente.[34]

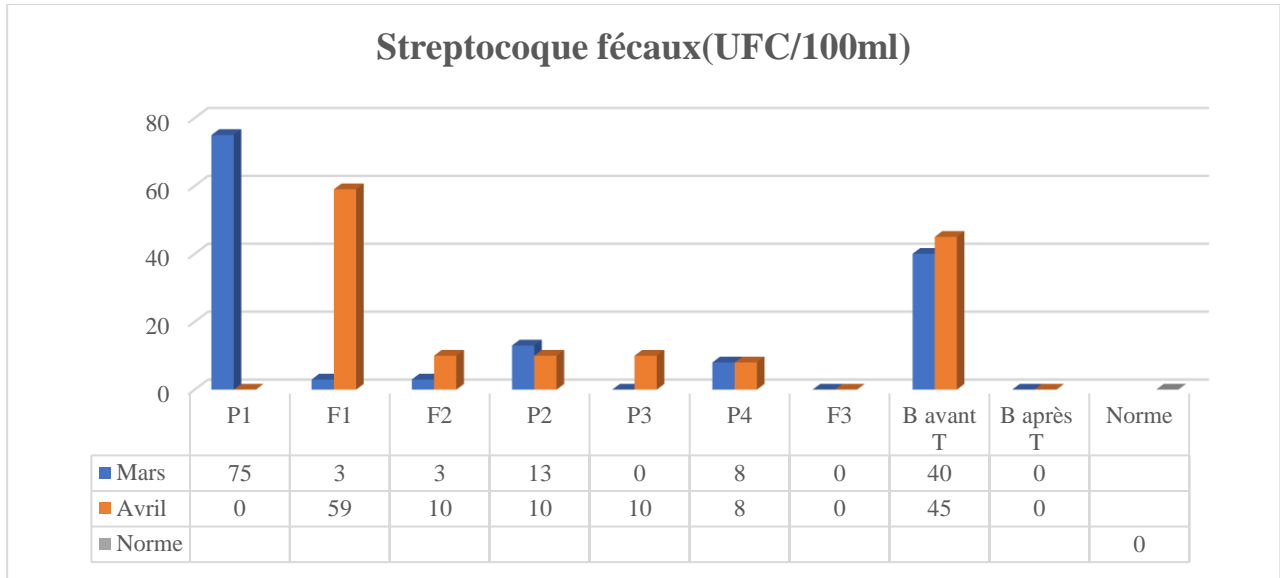


**Figure 39 :** La variation de coliforme fécaux des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- La variation de coliforme fécaux obtenues sont conformes à la norme Algérienne recommandée qui est de 0mg/l, sauf les eaux des puits P1, P4 ainsi que l'eau du barrage avant traitement qui sont trop élevés durant les deux mois causés par les fosses septiques (une contamination par des matières fécales), cela peut aussi provenir de systèmes d'assainissement défectueux ou de contaminations par des excréments humains ou animaux.

**2.3 La variation des Streptocoques fécaux :**

La mesure des streptocoques fécaux dans l'eau potable est importante car elle peut indiquer la présence de matières fécales et de micro-organismes pathogènes d'origine fécale.



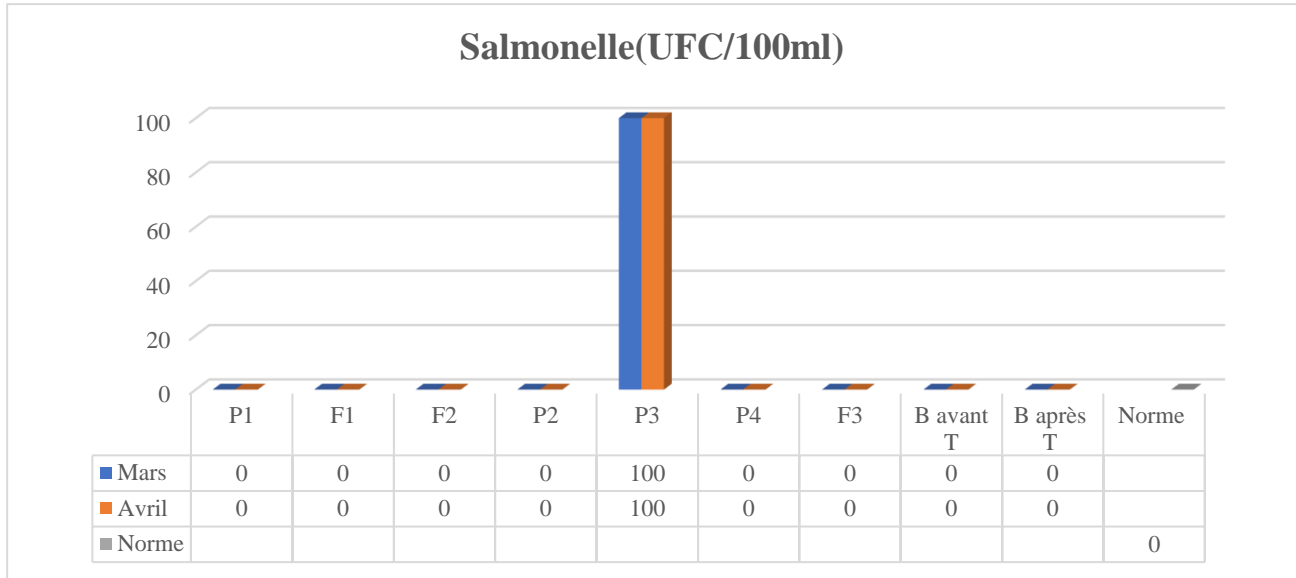
**Figure 40 :** La variation de streptocoque fécaux des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- D'après les résultats des streptocoque fécaux dans l'eau ont trouvé que dans presque tous les échantillons d'eau analysés sont élevés cela peut être dû à indique une contamination fécale, Les streptocoques fécaux sont similaires aux coliformes fécaux, des indicateurs spécifiques de contamination par des matières fécales humaines ou animales; sauf le forge 3 et B après T sont conforme à la norme de potabilité de 0mg/l.

#### 2.4 La variation des Salmonelles :

La mesure de Salmonella dans l'eau potable est importante pour garantir sa sécurité microbiologique. Elle permet de détecter la présence de contamination fécale et de micro-organismes pathogènes, et de prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé publique.





**Figure 41** : La variation de salmonelle des échantillons d'eau durant les deux mois de Mars et Avril.

- La variation des salmonelles durant les deux mois sont conformes à la norme algérienne recommandée qui est de 0mg/l, sauf un seul puit (P3) qui ont été trouvé les salmonelles cause par les eaux usées agricoles et domestiques, les fosses septiques et aussi peut être due à des contamination par les matières organiques (la décomposition des corps libère une grande quantité de matière organique).

# Conclusion



## *Conclusion*

---

### Conclusion :

L'évaluation de la qualité des eaux souterraines et de barrage constitue un enjeu crucial pour la santé publique et l'environnement. Les analyses menées dans cette étude ont permis d'identifier plusieurs sources de pollution et de proposer des mesures correctives pour améliorer la gestion des ressources hydriques.

Les eaux souterraines, d'après les résultats obtenus a révélé des niveaux préoccupants de polluant, les principaux résultats de cette étude montrent que les eaux des puits et forages dans les zones étudiées dépassent souvent les seuils de sécurité définis par les normes algériennes, telle que la conductivité, turbidité, salinité, TDS, la dureté totale, calcium, magnésium, bicarbonate, chlorure, nitrate, nitrite, DCO, DBO5, et aussi les bactériologiques telle que les coliforme fécaux et totaux, les streptocoques fécaux et les salmonelle, provenant principalement des activités industrielles, les contamination urbain et fécales, fertilisants agricoles, et des systèmes de traitement des eaux usées insuffisants (fosses septique) et la présence élevé des minéraux dans les roches de sol.

Le barrage, est pollué avant le traitement par des composés organiques due à la des contaminations fécales, a bénéficié d'une série de traitements intensifs pour restaurer sa qualité. Grâce à l'efficacité de ces traitements, les niveaux de contaminants ont été réduits de manière significative, rendant l'eau du barrage après le traitement conforme aux normes environnementales strictes.

Pour améliorer la qualité des puits et forages, plusieurs recommandations sont proposées :

- ✓ Mise en place de systèmes de surveillance continue de la qualité de l'eau.
- ✓ Renforcement des régulations concernant les rejets industriels et agricoles.
- ✓ Promotion de techniques agricoles durables et de pratiques de gestion des eaux usées.
- ✓ La régulation stricte de l'utilisation des fertilisants et des pratiques agricoles durables.
- ✓ L'entretien et l'amélioration des systèmes septiques et l'élimination tous les fosses septiques.
- ✓ Une surveillance accrue des décharges industrielles et des déversements potentiels.

En somme, cette étude met en lumière la nécessité d'une approche intégrée et concertée pour la gestion des ressources en eau, afin de prévenir la pollution et de protéger la santé publique et les écosystèmes naturels.

# *Références bibliographiques*

---

**Les références bibliographiques :**

- [1] J. Margat et V. Andréassian; L'eau, ressource culturelle et matérielle; L'eau « idées reçues »; Chapitre N° 01 Page N° 03; le Cavalier Bleu; 2005.
- [2] F. Corail; Généralité analyse chimique examen microscopique des eaux analyse bactériologique amélioration des eaux; L'eau potable; Librairie J - B. Bailliere et Fils; encyclopédie de chimie industrielle; Paris; 1896.
- [3] F. Z. Souak; la politique de l'eau en Algérie : valorisation et développement durable; Algerian Scientific Journal Plateforme; Revue d'économie et de statique appliquée Volume 5, Numéro 2; 2008.
- [4] V. Alboy; Agriculture et eau; 250 réponses aux questions d'un écocitoyen; Édition du Gerfaut éditeur de la compagnie des éditions de la Lesse; Paris; Page N° 51; 2008.
- [5] A. Gaagai; Étude de l'évolution de la qualité des eaux du barrage de Babar (Sud-Est Algérien) et l'impact de la rupture de la digue sur l'environnement; Thèse doctorat en science Université Mostefa Benboulaïd; BATNA 2; Page N° 10 et 8; 2017.
- [6] R. Desjardins; Le traitement des eaux, deuxième édition revue et enrichie; presse internationale polytechnique; Canada; 1997.
- [7] W. Ayad; Évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'EL-HARROUCH( wilaya de SKIKDA); Thèse de Doctorat 3ème cycle LMD; Université Badji Mokhtar; ANNABA; Chapitre N°01 page N° 04 et 06; 2017.
- [8] MDDEP; Guide technique sur le captage d'eau souterraine pour des résidences isolées; Environnement de la Lutte contre les changements climatiques de la Faune et des Parc; Québec ; <https://www.environnement.gouv.qc.ca/publications/2008/ENV0801-03.htm>; 2008; consulté le 10/03/2024.
- [9] A. MUSY et C. HIGY; Hydrologie; Une science de la nature; 1ère édition les presses polytechniques et universitaires romandes; Italie; Page N°173; 2004.
- [10] A. Márquez; Eaux souterraines - Définition, caractéristiques, formation et importance; Project écolo; <https://www.projetecolo.com/eaux-souterraines-definition-caracteristiques-formation-et-importance-601.html>; 2023; consulté le 20/03/2024.
- [11] S. R Kadri et S. Chaouche; La remontée des eaux dans la région du Souf : une menace sur un écosystème oasien; Les Cahiers d'EMAM étude sur le monde arabe et la méditerranée; journal open Edition; <https://journals.openedition.org/emam/1554?lang=fr>; 2018; consulté le 25/03/2024.
- [12] A. Decrouy; Eaux de surface définition et exemple; Project écolo; [https://www.projetecolo.com/eaux-de-surface-definition-et-exemples-733.html?fbclid=IwAR3YObeoxToYHLADgdHSL6tTI4HSzMiNwnIRr8t2suOLDAUx7ic5Gz27HxA\\_aem\\_AWE8rg2\\_TDbXAkSkIkIYBhsBzHQ\\_rGCoCU8WN1\\_zVsltwjMCgplHKZoyS40pBGNuM\\_cY](https://www.projetecolo.com/eaux-de-surface-definition-et-exemples-733.html?fbclid=IwAR3YObeoxToYHLADgdHSL6tTI4HSzMiNwnIRr8t2suOLDAUx7ic5Gz27HxA_aem_AWE8rg2_TDbXAkSkIkIYBhsBzHQ_rGCoCU8WN1_zVsltwjMCgplHKZoyS40pBGNuM_cY); 2022; consulté le 01/04/2024.

## *Références bibliographiques*

---

- [13] Z. Hamoudi et Z. Sahnoun; Caractérisation et Valorisation de quatre Sources (Thalla Sahmi, Thalla Boughras, La Fontaine Fraîche, Thalla Tizi Tghidet) des régions de Yakouren et d'Azazga comparé avec l'eau minérale de Lalla Khadîdja; Mémoire de Master II; Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou; page N°5-6; 2015.
- [14] J. Broussaud; Modéliser le cycle global de l'eau; plateforme Acces-Eduterre; <https://eduterre.ens-lyon.fr/thematiques/hydro/cycleau/modeliser> ;2008; consulté le 18/04/2024.
- [15] S. Zaimeche; Contribution à l'étude de l'action d'agents polluants sur des végétaux bioindicateur, Thèse de doctorat en science; Université des frères Mentouri; Constantine; Page N°06 et 08; 2015.
- [16] B. Benkaddour; Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Chélif (Algérie); Thèse de doctorat; Université de perpignan via domitia et Université se MOSTGANEM; Page N°14; 2018.
- [17] F. Bouteldjaoui«MCB»; Chimie et pollution des eaux souterraines; polycopie de cours; Expertisé par : Dr M. Hachi «MCA»et Dr A. Guendouz «Pr»; Université Ziane Achour- Djelfa; Djelfa; 2022.
- [18] Stephen Foster and all; Groundwater Quality Protection defining strategy and setting priorities; Sustainable Groundwater Management: Concepts and Tools; The World Bank global water partnership associate program; [www.worldbank.org/gwmate](http://www.worldbank.org/gwmate);2006; consulté le 20/04/2024.
- [19] A. Mekhloufi et R. Ouanoughi; Etude des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux du barrage de BOUKOURDANE (Tipaza) ;mémoire de master; Université Saad DAHLAB; BLIDA-1; page 1-2-8-9;2016.
- [20] A. Dupont; Hydrologie-captage et traitement des eaux; HYDRAULIQUE; Tome 1, Ed 5; Paris ; 1981.
- [21] J. Rodier, B. Legube, N. Merlet et coll; l'analyse de l'eau; 8ème édition Dunod Paris; 2005.
- [22] Organisation internationale de normalisation; qualité de l'eau; Détermination de la conductivité électrique; <https://dgn.isolutions.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:7888:ed-1:v1:fr>; ISO 7888 : 1985; consulté le 21/04/2024.
- [23] J. Rodier, B. Legube, N. Merlet et coll; l'analyse de l'eau; 9ème édition Dunod ;Paris; 2009.
- [24] M. Alaimia et Y. Braham; Analyse de la qualité des eaux de la station de Hammam Debagh; Mémoire du Projet de fin d'étude Master; Université 8 Mai 1945; Guelma; page N°5-6 ;2020.
- [25] M. L. Belghiti; étude de la qualité physico -chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (MAROC); Meknès Maroc; Larhyss Journal; ISSN 1112-3680, n°14; 2013.
- [26] A. Bouhali, I. Charef et K. Cheikh; Les eaux minérales naturelles embouteillées et commercialisées en Algérie : Qualité et vertus thérapeutiques; Mémoire de master; Université 8 MAI 1945; GUELMA; pageN°31-32; 2020.

## *Références bibliographiques*

---

- [27] Y. Yahiaoui, C. Boudenna et A. Boukerroui; Analyses physico-chimiques et Bactériologiques des eaux potables; Mémoire de Master; Université A. MIRA – Bejaïa; page N°10; 2020.
- [28] M. TARDAT. HENRY et J. P. BEAUDRY; « chimie des eaux, les griffons d'argile »; Éditeur Le Griffon d'argile; France; 1984.
- [29] N. Chouafa et G. M. Munjovo; Analyse de la qualité de l'eau potable distribuée à Guelma; Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Master; université 8 Mai 1945; GUELMA; page N°17; 2022.
- [30] R. Laalaoui et F. Alloul; Evaluation de la qualité physico- chimique de l'eau traitée du barrage de Ain Zada, Wilaya Bordj Bou Arreridj; Mémoire En vue de l'obtention du Diplôme de Master; Université Mohamed El Bachir Ibrahim; BBA; page N°11 ;2020.
- [31] H. Labbaci et T. Boumenkar; Analyse des anomalies et redimensionnement de la STEP de la Wilaya de SKIKDA; Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master en hydraulique urbaine; UNIVERSITÉ Badji Mokhtar; Annaba; page N°15; 2018.
- [32] CH. Bounoua, KH. Meziti et R. Sahli; Analyses physico-chimiques des eaux usées au niveau de la station d'épuration de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (Comparaison avec les normes algériennes et l'OMS); Mémoire En vue de l'obtention du Diplôme de Master; Université Mohamed El Bachir El Ibrahim; B.B.A; page N°7; 2016.
- [33] L. Rakeb; Les ressources en eau à Mostaganem, état actuel et contraintes de distribution; Mémoire En vue de l'obtention du Diplôme de Master en agronomie; Université Abdelhamid Ibn Badis;Mostaganem; page N°16; 2019 .
- [34] Organisation mondiale de la santé; directives de qualité pour l'eau de boisson; programme International sur la sécurité chimique; 2ème édition critères d'hygiène et documentation à l'appui; Genève; VOL 2; 2000.
- [35] F. Belksir et T. Beloucif; utilisation des biopolymères dans le traitement des eaux usées urbaines de la step est de Tizi Ouzou; mémoire master; UMMTO; 2013.
- [36] JO; "qualité de l'eau de consommation humaine ; Journal Officiel de la République Algérienne (JORA); <https://www.joradp.dz/FTP/jo-francais/2011/F2011018.pdf>; N°18; Les Vergers Bir-Mourad Raïs, Alger, Algérie, 2014; consulter le 01/05/2024.
- [37] JO; Paramètres de la qualité de l'eau de consommation humaine; journal Officiel de la République Algérienne; <https://www.joradp.dz/FTP/jo-francais/2014/F2014013.pdf> ; Pages N°13 N°15-16; les vergers Bir Mourad Raïs Algérie; 2014; consulter le 01/05/2024.
- [38] A. Tounsi; Norme de l'OMS sur l'eau potable; Scribd; <https://www.scribd.com/document/289596355/l-OMS-Sur-l-E-P>; 2008; consulter le 03/05/2024.
- [39] DAEUM et MELCC; Microtamisage (filtration sur toile); Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique; Page N°1; Canada, Québec; 2021.

## Références bibliographiques

---

- [40] M. Bessedik; traitement de l'eau L3; ResearchGate ; [https://www.researchgate.net/figure/performance-de-la-vitesse-de-decantation-durant-les-dernieres-annees-Source-Veolia\\_fig5\\_337171276](https://www.researchgate.net/figure/performance-de-la-vitesse-de-decantation-durant-les-dernieres-annees-Source-Veolia_fig5_337171276); publié en 2017; consulter le 01/05/2024.
- [41] Héctor. Ricardo. Hernández De León ; Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable; thèse doctorat; Hal Open science; Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse; France, Toulouse; 2007.
- [42] M. Akmal. Mokhtar; Modification de membranes par des films polymères : Application à la décontamination de solutions aqueuses contenant des ions métalliques; [https://www.researchgate.net/figure/Schema-de-principe-du-processus-de-flottation-par-air-dissous\\_fig2\\_327881715](https://www.researchgate.net/figure/Schema-de-principe-du-processus-de-flottation-par-air-dissous_fig2_327881715); publié en 2017; consulter le 02/05/2024.
- [43] Arnaud Igor Ndé-Tchoupé; Conception et Dimensionnement des Filtres à Fer Métallique pour Emploi Domestique; ResearchGate; [https://www.researchgate.net/figure/3-Schema-annoté-du-filtre-domestique-a-fer-spongieux-FFS-Bischof-1877-1878-La\\_fig3\\_338459210](https://www.researchgate.net/figure/3-Schema-annoté-du-filtre-domestique-a-fer-spongieux-FFS-Bischof-1877-1878-La_fig3_338459210); publié en 2019; consulter le 02/05/2024.
- [44] Y. Berrahal; Evaluation de la matière organique dans les eaux de surface des barrages de l'ouest d'Algérie et évolution des trihalométhanes et le plomb dans le réseau d'eau Potable; thèse de doctorat, Université Djillali liabes; Sidi Bel Abbès; page 24; 2019.
- [45] S. Lahjouji; L'eau de forage : de la source au robinet; ResearchGate ; [https://www.researchgate.net/figure/Procédé-de-desinfection-par-chloration\\_fig7\\_342551464](https://www.researchgate.net/figure/Procédé-de-desinfection-par-chloration_fig7_342551464); publié en 2020; consulter le 02/05/2024.
- [46] N. P. Perrault; Les techniques de désalinisation; Plateforme Acces-eduterre; [https://eduterre.ens-lyon.fr/ressources/scenario1/planetebleue/techniques\\_desalinisation](https://eduterre.ens-lyon.fr/ressources/scenario1/planetebleue/techniques_desalinisation); Publié en 2008; consulter le 03/05/2024.
- [47] K. Gaid; traitement de l'eau potable 1; qualité des eaux et clarifications; ISTE Édition Ltd; London; page N°43-44; 2022.
- [48] H. Khedhiri, O. Potier et J.P. Leclerc; Auto épuration en eau courante : évaluation de l'oxygénation dans les cascades en marches d'escaliers; revue des sciences de l'eau; V 27 N° 02; université du Québec -INRS-eau , terre et environnement; 2014.
- [49] A. Neggache; Dimensionnement du système d'alimentation en eau potable de l'agglomération nord Bordj Bou Arreridj ; mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique; école nationale supérieure de hydraulique « Le Moudjahid Abdellah ARBAOUI ; Blida; page11-12; 2019.
- [50] F. Annani; Essai de biotypologie des zones humides du constantinois; thèse doctorat; université Badji Mokhtar ; Annaba; page95; 2013.
- [51] Dr. R. Ben.Aakame; Guide des analyses physico-chimiques des eaux destinées à la consommation humaine; INH , Maroc; 2019 .



## *Références bibliographiques*

---

- [52] N. Harrat; Elimination de la matière organique naturelle dans une filière conventionnelle de potabilisation d'eaux de surface; thèse de doctorat; Université Mohamed Khider; Biskra; page98; 2013.
- [53] F. Djellil, M. Safi et F. Senouci; Influence de l'emballage et les conditions de stockage sur les paramètres physicochimiques de l'eau minérale commerciale; mémoire master; Université Ibn khaldoun; Tiaret; page N°26-27-28; 2019.
- [54] F. Berné et J. Cordonnier ; traitement des eaux; école nationale supérieure du pétrole et des moteur édition Technip; France, Paris ; 1991.
- [55] J. Mendham and all; Analyse chimique quantitative de Vogel; 6eme édition américaine par jean touille et Monique Mottet; Belgique; page N° 419; 2006.
- [56] C. Savarèse; mesure la dureté de l'eau par titrage colorimétrique des ions Ca 2+; Centre International de Valbonne; Erasmus+; [http://edumed.unice.fr/files/teachers-room/files/Titrage\\_ions\\_calcium.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAAR3rTMBOzQjyqullrdduBo4NHjSArtilIjcmp4AytQe4VjZ0jg5INFM3oB8\\_aem\\_Ab4NF2KMJ9nZ\\_z3jqmlwpU\\_WMutwLepaXa2\\_Z3S6XTZpuGCeM0It5nZ6z9sSKbRUrbURWDWT7dp1y-0KQtidipM](http://edumed.unice.fr/files/teachers-room/files/Titrage_ions_calcium.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAAR3rTMBOzQjyqullrdduBo4NHjSArtilIjcmp4AytQe4VjZ0jg5INFM3oB8_aem_Ab4NF2KMJ9nZ_z3jqmlwpU_WMutwLepaXa2_Z3S6XTZpuGCeM0It5nZ6z9sSKbRUrbURWDWT7dp1y-0KQtidipM); 2020-2023; consulte le 05/05/2024.
- [57] M. El Ouchy et All; Confirmation de validation de la méthode du dosage de nitrite, nitrate et orthophosphate dans l'eau par colorimètre (Confirmation of the validation of the assay method of nitrite, nitrate and orthophosphate in water by visible colorimeter); Laboratoire Regional de Diagnostics Epidémiologique et d'Hygiène du Milieu, Direction Régionale de la Santé, Hôpital EL GHASSANI, Fos Maroc; École supérieure de technologie, Fès Maroc; Master Env-sci; JMES (2293-2302); Fès Maroc; 2014.
- [58] Le groupe FU NASA; Manuel pratique d'analyse de l'eau, Fondation nationale de la santé; 4 ème édition FU NASA, Bresil; 2013.
- [59] A. Hamli; Valeur ornithologique et caractérisation du biotope des zones humides urbaines et périurbaines de l'Est algérien; Thèse Doctorat; Université Mohamed Chérif Messaadia; Souk Ahras; page N°43; 2019.
- [60] A. Rezig et H. A. Sad Allah; Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de puits de la région de Bordj Bou Arreridj; Mémoire de Master; Université Mohamed El Bachir El Ibrahim-B.B.A; Bordj Bou Arreridj; 2019.

# *Les Annexes*

---

## **ANNEXE 1 : Les modes opératoires des paramètres physicochimiques.**

**Les analyses physico-chimiques ont été réalisés au niveau du laboratoire de l'université de BBA :**

### **Détermination de température :**

**Appareil :** le thermomètre.

#### **Mode opératoire :**

- Préparer le thermomètre;
- Plonger immédiatement le thermomètre dans le flacon d'eau à analyser pendant 5 minutes;
- La lecture doit se faire à travers les parois du flacon;
- Attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture.

#### **Expression des résultats :**

Les mesures sont exprimées en °C.

### **Détermination de potentiel hydrogène (pH) :**

**Appareil :** pH Mètre.

**Electrode :** Electrode de pH.

#### **Etalonnage de l'appareil :**

Etalonner l'appareil avant la mesure, avec des solutions tampons à pH=7, pH= 4, pH=9.

#### **Mode opératoire :**

- Préparer le pH – mètre;
- Rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée;
- Verser une quantité d'échantillon dans un bécher;
- Plonger la sonde de température et l'électrode dans l'échantillon;
- Attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture;
- Rincer bien l'électrode et la sonde après chaque usage.

**Expression des résultats :**

Les mesures sont exprimées en unités de pH.

**Détermination de la conductivité ( $\mu\text{s/cm}$ ) :**

**Appareil :** le conductimètre.

**Mode opératoire :**

- Préparer le conductimètre;
- Verser une quantité d'échantillon dans un bécher;
- Allumer le conductimètre et sélectionner l'échelle de conductivité appropriée;
- Plonger la sonde dans l'échantillon;
- Attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture;
- Le résultat obtenu est exprimé en " $\mu\text{ S/cm}$ ".

**Expression des résultats :**

Les mesures sont exprimées en " $\mu\text{ S/cm}$ ".

**Détermination de la turbidité :**

**Appareil :** turbidité mètre de la marque lovibond.

**Etalonnage de l'appareil :**

- Avant de mesurer la turbidité l'appareil doit être calibré à l'aide des cuvettes de 10 ml d'échantillon (le blanc) ont des valeurs de turbidité suivantes :
- Placer le blanc dans le puits de mesure, ajuster le capot de l'appareil pour couvrir la cuvette.

1- cuvette de 0.02 NTU.

2- cuvette de 10 NTU.

3- cuvette de 1000 NTU.

**Mode opératoire :**

- Allumer le turbidimètre;

- Prendre 25 ml d'eau d'analyse;
- Essuyer avec un chiffon propre tout liquide ou traces de doigts sur les parois extérieures de la cuve;
- Placer l'échantillon préparé dans le puits de mesure;
- Ajuster le capot de l'appareil pour couvrir la cuvette;
- Cliquez sur mesurer et entrer l'affichage indique : attendre le résultat en NTU.

**Expression des résultats :**

Les mesures sont exprimées en NTU.

**Détermination de la salinité :**

**Appareil :** le conductimètre.

**Mode opératoire :**

- Préparer le conductimètre;
- Verser une quantité d'échantillon dans un bécher;
- Allumer le conductimètre;
- Plonger la sonde dans l'échantillon;
- Cliquez sur mémoire.

**Détermination de taux de sels dissous :**

**Appareil :** le conductimètre.

**Mode opératoire :**

- Préparer le conductimètre;
- Verser une quantité d'échantillon dans un bécher;
- Allumer le conductimètre;
- Plonger la sonde dans l'échantillon;
- Cliquez sur mémoire : attendre le résultat en mg/l.

**Dosage de la dureté totale (THT) :**

**Réactifs :**

✚ Solution d'EDTA :

- Sel disodique de l'acide éthylène diamine tetracétique..... 0,3725 g;
- Eau desionisee.....100ml;

✚ Solution de noir d'eriochromeT (Net) a 0.5% :

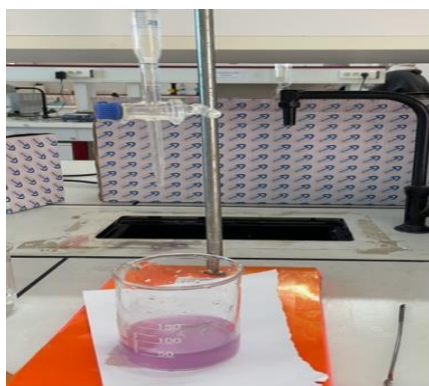
- Noir d'eriochrome T
- Solution tampon pH=10.

**Mode opératoire :**

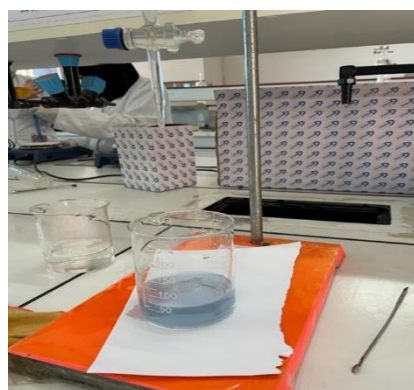
- Lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu et s'exprime par le TH ou la dureté. Nous avons procédé selon les étapes suivantes :
- Une quantité de 4 ml de la solution tampon (pH 10) est ajoutée à 100 ml d'eau à analyser dans une fiole conique de 250 ml;
- Ajouter une panse de noir ériochrome T, La solution se colore en rouge foncé ou violet,

En maintenant une agitation ;

- Le mélange a été titré immédiatement avec la solution d'EDTA et le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement bleue.



**Figure 42 :** Analyse de TH des échantillons avant dosage.



**Figure 43 :** Analyse de TH des échantillons après le dosage.

**Expression des résultats :**

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

**Dosage du calcium :**

**Réactifs :**

✚ Solution d'E.D.T. A (0,02N ou 0,01M) :

- EDTA ..... 0,3725 g.

- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 100 ml.

✚ Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 2 N :

- NaOH (pastilles) ..... 8 g.

-H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 100 ml.

✚ Indicateur : murexide 0,2g petite point de spatule.

**Mode opératoire :**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser;
- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N;
- Ajouter du Murexide;
- Titrer avec l'E.D.T. A jusqu'au virage (violet).



**Figure 44 :** Analyse de calcium des échantillons avant le dosage.



**Figure 45 :** Analyse de calcium des échantillons après le dosage.

### Expression des résultats :

Pour une prise d'essai de 50 ml, la teneur en calcium exprimé en mg/L, est donnée par l'équation :

$$\text{Ca}^{+2}(\text{mg/l}) = \frac{(V \times F \times 0,4008 \times 1000)}{(50)}$$

### Dosage du magnésium :

#### Réactifs :

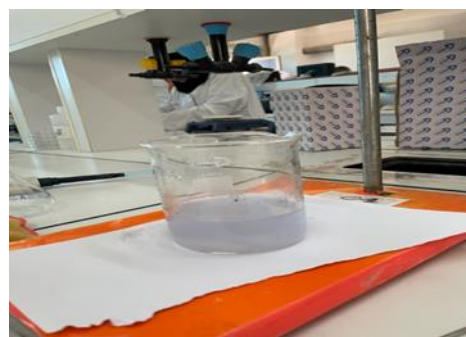
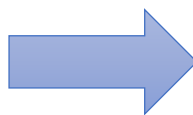
- Solution d'EDTA (Sel disodique de l'acide éthylène diamine tetracétique) N/50.
- solution d'oxalate d'ammonium à 2%.
- noir eriochrome T(Net).

#### Mode opératoire :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser;
- Ajouter 2 ml de solution d'oxalate d'ammonium à 2%;
- Agiter et attendre quelques minutes;
- Ajouter 3 ml de tampon à pH = 10;
- Ajouter Noir Eriochrome T (NET) (m = 0,2 g) (ou une petite pointe de spatule);
- Faire Un titrage du mélange par une solution d'EDTA (0,02N) jusqu'au virage (bleu).



**Figure 46 :** Analyse de magnésium des échantillons avant le dosage.



**Figure 47 :** Analyse de magnésium des échantillons après le dosage.



**Expression des résultats :**

$$C_{Mg^{+2}} = \frac{(C1 \times V3)}{(V0 \times 100)}$$

Où :

C1 : La concentration exprimée en m mol/L de la solution de l'EDTA;

V3 : Le volume en millilitre de la solution d'EDTA utilisée pour le dosage;

V0 : Le volume en millilitre de la prise d'essai.

**Dosage de chlorure :**

**Réactifs :**

✚ Solution de nitrate d'argent à 0,01 N.

0,16987 g d' AgNO<sub>3</sub> → 100ml d'H<sub>2</sub>O distillé.

✚ Indicateur coloré K<sub>2</sub> Cr O<sub>4</sub> à 10 % :

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

✚ Solution de chlorures à 71 mg /L :

0,0107g de NH<sub>4</sub>CL.....100ml d'eau distillée.

**Mode opératoire :**

- Prendre 5 ml d'eau à analyser;
- Ajouter 2 gouttes de K<sub>2</sub> Cr O<sub>4</sub>(coloration jaunâtre);
- Titrer avec Ag NO<sub>3</sub> à 0,01 N jusqu'à coloration rougeâtre.

**Pour le F :**

- Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.
- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.
- Doser par AgNo<sub>3</sub> à 0.01 N jusqu'au le virage (rouge brique).

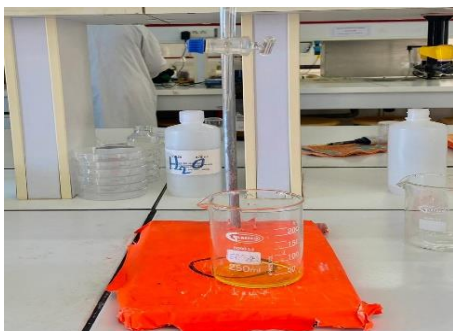


Figure 49 : Analyse de chlorure des échantillons avant le dosage.

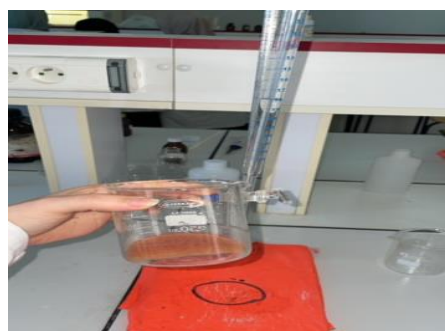
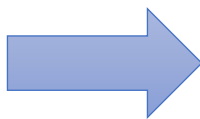


Figure 48 : Analyse de chlorure des échantillons après le dosage.

### Expression des résultats :

$$F.G = \frac{V_{AgNO_3} \times N_{AgNO_3} \times M_{Cl} \times 1000}{PE} = \frac{V_{AgNO_3} \times 0,01 \times 35,5 \times F \times 1000}{5}$$

$$Mg/l \text{ CT} = V_{AgNO_3} \times 71 \times F$$

$V_{AgNO_3}$  : volume d' $AgNO_3$  à nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

$N_{AgNO_3}$  : normalité d' $AgNO_3$ .

$M_{Cl}$  : masse des chlorures.

$F$  : facteur de concentration du titre d' $AgNO_3$ .

$PE$  : prise d'essai.

$$F = \frac{1}{V_{AgNO_3}} \text{ donc } F \sim 1$$

$$\text{➤ } Cl^- = V_{AgNO_3} \times 71 \text{ [21]}$$

### Dosage de l'alcalinité ( $HCO_3^-$ ) :

#### Réactifs :

✚ Solution d'acide Chlorhydrique à 1 N :

✚ Solution d' $HCl$  à 0,1 N :

- d' $HCl$  à 1 N ..... 10 ml.

-  $H_2O$  distillée ..... q.s.p 100 ml.

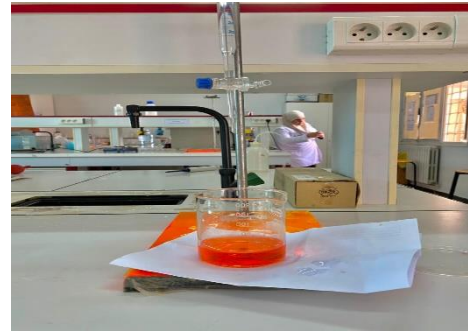
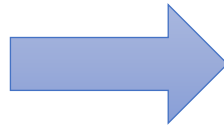
✚ Indicateur méthylorange.

**Mode opératoire :**

- Prendre 100 ml d'eau à analyser;
- Ajouter 2 gouttes méthylorange;
- Titrer avec HCL à 0,01 N jusqu' à coloration orange.



**Figure 50 :** Analyse de bicarbonate des échantillons avant le dosage.



**Figure 51 :** Analyse de bicarbonate des échantillons après le dosage.

**Expression des résultats :**

Pour une prise d'essai de 100 ml le TAC, exprimée en mg/L sera égale à V.

**Détermination de  $\text{CO}_3^{2-}$  :**

$\text{pH} \leq 8,8$   $[\text{CO}_3^{2-}] = 0$

**Dosage des Nitrites :**

**Matériels :**

- Fioles jaugées.
- Bêchers.
- Eprouvettes.
- Pipettes.
- Tubes à essai.

**Appareillage :**

Spectrophotomètre U.V visible.

**Réactifs :**

- Ammoniaque pur (d = 0,925).
- ✚ Solution mère étalon de NO<sub>2</sub> 0,023 g par 100 ml (détailler ce calcul dans le rapport) :
- Nitrite de sodium.....0,0345g.
- Eau fraîchement distillée.....100ml.

(Cette solution se conserve mieux si l'on prend la précaution d'y ajouter 0.1 ml de chloroforme)

- Solution fille étalon d'ion NO<sub>2</sub> à 0,00023g par 100ml.

-Préparer cette solution dans une fiole jaugée de 100 ml à partir de la solution mère avec de l'eau distillée.

**Les réactifs pour préparer ZAMBEILLI :**

- HCL pur (d = 1,19) .....26ml.
- Acide sulfanilique.....0.5g.
- Phénol cristallisé .....0.75g.
- Chlorure d'ammonium.....13.5g.
- Eau distillée (exempte de NO<sub>2</sub>) .....62.5 ml.

**Préparation du réactif de ZAMBEILLI :**

- Introduire dans une fiole jaugée 100ml une petite quantité d'eau distillée et l'HCL.
- Dissoudre dans le mélange l'acide sulfanilique et le phénol en chauffant légèrement au bain-marie jusqu'à dissolution complète.
- Ajouter le chlorure d'ammonium et agiter jusqu'à dissolution.
- Après refroidissement ajuster jusqu'à 100 ml avec l'eau distillée.

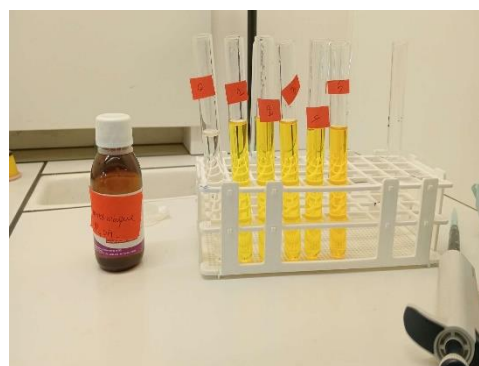
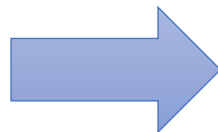
**Etablissement de la courbe d'étalonnage :** Dans une série de tubes à essai (15ml); numérotés introduire successivement les réactifs en agitant après chaque addition :

**Tableau 6 : Dosage de nitrite pour trace la courbe d'étalonnage.**

Numéro de tube	T	1	2	3	4	X1	X2
Solution fille (ml)	0	2	3	4	5	10	10
Eau distillée (ml)	10	8	7	6	5	0	0
Réactif de AMBEILLI (ml)	2	2	2	2	2	2	2
ATTENDRE 10 MINUTES, PUIS AJOUTER							
Ammoniaque pur (ml)	2	2	2	2	2	2	2



**Figure 52 :** Analyse de nitrite des échantillons avant le dosage.



**Figure 53 :** Analyse de nitrite des échantillons après le dosage.

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

**Expression des résultats :**

Pour une prise d'essai de 50 ml, la courbe donne directement la teneur en  $\text{NO}_2^-$ , exprimée en mg/l d'eau. Cette valeur multipliée par 0.305 donne la teneur en azote nitreux exprimée par mg/l.

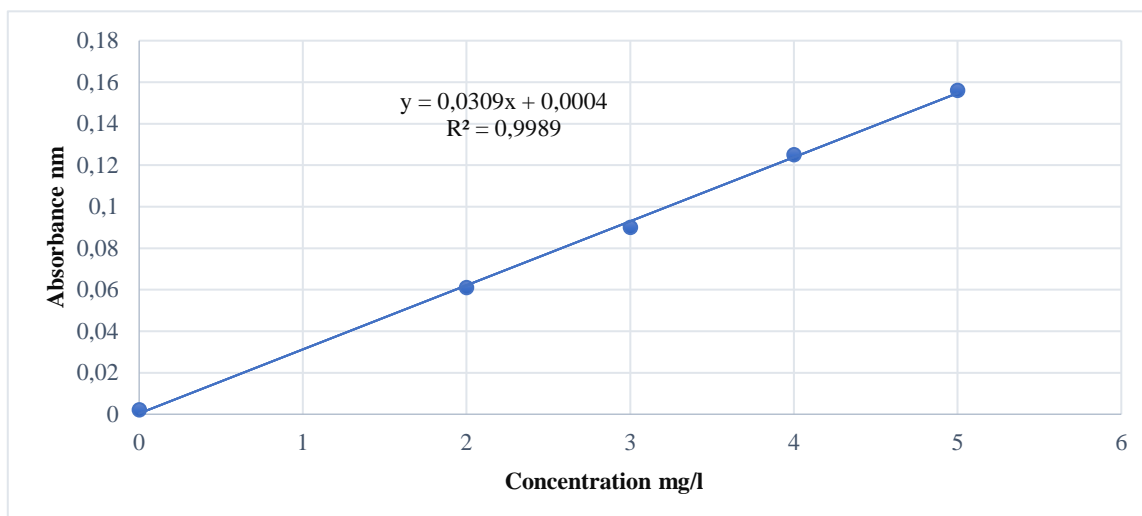


Figure 54 : Courbe d'étalonnage de nitrite.

### Dosage des Nitrates :

#### Matériels :

- Capsule de 60 ml.
- Pipette de 2 ml.
- Pipette de 10 ml.
- Pipette de 15 ml.
- Pipette de 1 ml.

#### Appareillage :

- Étuve.
- Spectrophotomètre U.V visible.

#### Réactifs :

- ✚ Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 h.). 0.5 gr de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.
- ✚ Acide sulfurique concentré (d=1,84)
- ✚ Solution d'hydroxyde de sodium et de Tartrate double de sodium et de potassium :

Hydroxyde de sodium Na OH ..... 40g.

Tartrate de sodium et de potassium ..... 6g.

Eau distillée ..... qsp 100 ml.

Faire dissoudre les sels dans l'eau, Laisser refroidir avant de compléter à 1000 ml.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

✚ Solution mère étalon d'azote nitrique à 1000 mg/l - 0,1 g /L :

○ Nitrate de potassium anhydre ..... 0.0722 g.

○ Eau distillée ..... 100 ml.

○ Chloroforme (pour conserver) ..... 1 ml.

✚ Solution fille d'azote nitrique à 5 mg/l - 0,005 g/l.

Amener 50ml de la solution mère a 1000ml avec de l'eau distillée.

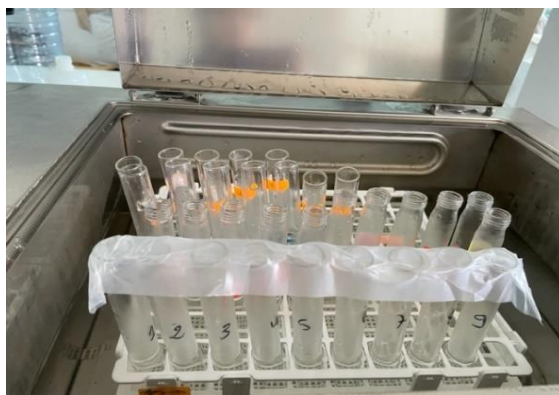
**Etablissement de la Courbe d'étalonnage :**

Dans une série de capsule de 60 ml, introduire successivement :

**Tableau 7 : Dosage de nitrate pour trace la courbe d'étalonnage.**

Numéro des capsules	T	1	2	3	4
Solution étalon d'azote nitrique à 0,005 g/l.	0	1	2	5	10
Eau distillé	10	9	8	5	0
Correspondance en mg/l d'azote nitrique	0	0,5	1	2,5	5
Solution de salicylate de sodium (ml)	1	1	1	1	1

- ✓ Evaporer à sec au bain-marie ou dans une étuve portée à 75-80°C (ne pas surchauffer, ni chauffer trop longtemps). Laisser refroidir. Reprendre le résidu par 2ml d'acide sulfurique concentré en ayant soin de l'humecter complètement. Attendre 10 minutes, ajouter 15 ml d'eau bidistillée puis 15 ml de la solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune. Effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 415 nm. Soustraire des densités optiques lues pour les étalons, la valeur relevée pour le témoin. Construire la courbe d'étalonnage.



**Figure 55 :** Analyse de nitrate des échantillons d'eau.

**Mode opératoire :**

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser. Dans une capsule de 60ml
- 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, (ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml. H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> acide sulfurique concentre laisser reposer 10 minutes.
- Ajouter 15 ml d'eau bidistillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune.
- Puis passer au spectromètre au 415 nm. Le résultat est donné en mg/l.

**Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 420 nm.



Multiplier par 4,43 pour obtenir la concentration en  $\text{NO}_3^-$ .

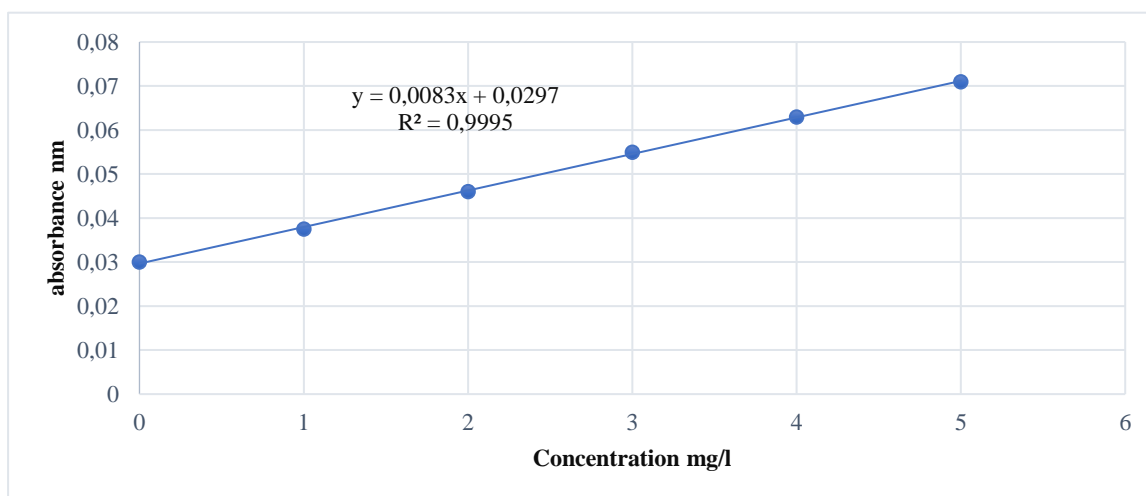


Figure 56 : Courbe d'étalonnage de nitrate.

### Détermination de la demande biochimique en oxygène :

#### ✚ Description de l'appareil : OXITOP

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

#### Mode opératoire :

- Rincer le flacon avec l'échantillon.
- Mesurer exactement la quantité de l'échantillon (bien homogénéiser) pour remplir le flacon.
- Mettre le barreau magnétique dans le flacon.
- Insérer le godet à soude dans le goulot de la bouteille.
- Mettre 2 comprimés de soude dans le godet à soude avec une pince.

(Attention : les comprimés ne doivent jamais être en contact avec l'échantillon).

- Fermer hermétiquement le flacon avec l'OXITOP.
- Commencer la mesure : presser simultanément les touches M et S pendant 2 seconds.

- L'afficheur indique 00.
- Garder le flacon avec l'OXITOP 5 jours à 20°C (dans un incubateur) en assurant une bonne.

Agitation.

- L'OXITOP démarre automatiquement la mesure de consommation en oxygène.
- Pendant 5 jours, l'échantillon est agité en continu. L'OXITOP enregistre automatiquement une valeur toutes les 24h.
- Après 5 jours, lire les valeurs mémorisées : presser sur la touche S.



Figure 57 : Détermination de DBO5 des échantillons.

### Expression des résultats :

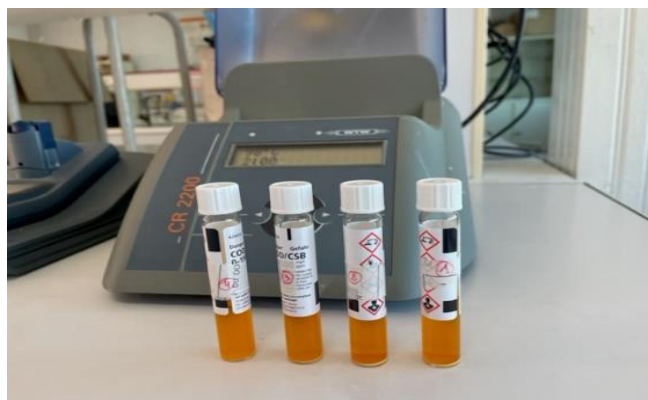
- Convertir les valeurs affichées (digit) en valeur DBO suivant la relation et selon la table de dilution :

$$\text{Digits} \times \text{facteur} = \text{DBO5 en mg/l.}$$

### Détermination de la demande chimique en oxygène :

#### Mode opératoire :

- 2fois : introduire 2 ml d'échantillon dans un tube de DCO LR 1500 mg/l ;
- Placer les tubes dans le thermo-réacteur à 148 °C pendant 120min dans le Thermo-réacteur;
- Laisser refroidir;
- La lecture de la valeur de DCO s'effectue à l'aide d'un photomètre programmé à 600 nm par photométrie.



**Figure 58 :** analyse de DCO des échantillons.

### **Les modes opératoires des paramètres bactériologiques.**

**Les analyses bactériologiques ont été établi au niveau du laboratoire de la direction de la santé et de la population de la wilaya de BBA :**

Il est crucial de suivre des pratiques rigoureuses pour prévenir la croissance microbienne et garantir des résultats précis. Voici quelques techniques courantes :

-Se laver les mains et les avant-bras et les rincer à l'alcool, puis les sécher. Flamber le robinet pendant au moins une minute ensuite ouvrir le robinet et laisser l'eau couler 1 à 2 minutes avant de faire le prélèvement puis nettoyer l'extérieur de robinet avec un chiffon propre imbibé d'alcool, ouvrir le robinet et laisser l'eau couler encore 1 à 2 minutes.

### **Recherche des dénombrement des Coliformes totaux et des Coliformes fécaux :**

Pour le dénombrement des coliformes totaux et fécaux, nous avons utilisé la méthode de Colimétrie en milieu liquide.

#### **Mode opératoire :**

#### **Recherche des coliformes totaux : Test présomptif :**

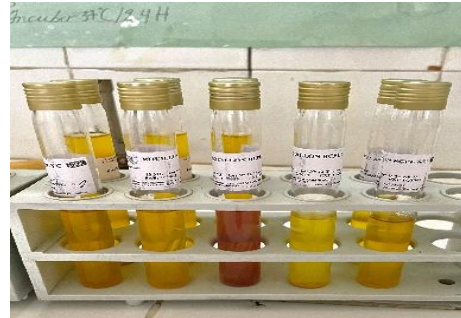
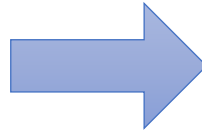
Après inoculation de plusieurs dilutions de l'échantillon, chacune dans une série de tubes contenant un Bouillon Lactosé au Bromo Crésol Pourpre (BLBCP); en simple et double concentrations.

- 10 ml de l'échantillon dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL (D/C).

- 1 ml de l'échantillon dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL (S/C).
- 0,1 ml de l'échantillon dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL (S/C).
- Flamber, avant et après manipulations.
- On agite pour homogénéiser.
- Puis nous plaçons les tubes dans une étuve à 37°C pendant 48 heures.



**Figure 60 :** Les tubes de BCPL des échantillons avant l'incubation.



**Figure 59 :** Les tubes de BCPL des échantillons après l'incubation.

### **Expression des résultats :**

Nous procédons à une première lecture après cette incubation, sont considérés comme positifs, les tubes où il se produit simultanément un trouble dans toute la masse liquide, un virage du milieu au jaune et un dégagement de gaz dans la cloche. Nous avons noté le nombre de tubes positifs dans chaque série et nous nous sommes reportés aux tables de Mac Grady pour obtenir le nombre de coliformes totaux présents dans 100 ml de l'échantillon.

### **Recherche d'Escherichia coli : Test confirmatif :**

#### **Mode opératoire :**

- A partir de chaque tube positif de milieu BCPL pour la recherche des coliformes totaux, nous avons ensemencé 5 à 6 gouttes et le mettre dans le milieu de Schubert muni d'une cloche de Durham, que nous avons placé dans une étuve à 44°C pendant 24 h.



Figure 61 : Les tubes positive ensemencé dans le milieu schubert.



Figure 62 : Les tubes après l'incubation.

- Les tubes qui présentent un trouble bactérien et un dégagement de gaz dans la cloche de Durham confirment la présence de coliformes fécaux; et on recherche la présence de Escherichia coli (colibacilles), Les tubes positifs de bouillon de Schubert, par ajout de quelques gouttes de réactif de Kovacs se caractérisent par un anneau rouge cerise témoin de la production d'indol et donc de la présence d'E. coli.



Figure 63 : Confirmation par Kovacs.

### Expression des résultats :

Nous notons le nombre de tubes positifs dans chaque série et nous nous reportons à la table de Mac Grady pour obtenir le nombre de coliformes totaux et d'E. coli présent dans 100ml de l'échantillon.

### Recherche des dénombrement des Streptocoques fécaux :

#### Mode opératoire :

#### Le test présomptif :

- 50 ml de l'échantillon dans un flacon contenant 50 ml de milieu ROTHE (D/C).

- 10 ml de l'échantillon dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE (S/C).
- 1 ml de l'échantillon dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE (S/C).
- Flamber, avant et après manipulations.
- Puis on a homogénéisé soigneusement, par agitation, le contenu des tubes en s'assurant, une fois celle-ci terminée, que la teinte du bouillon est uniforme en haut et en bas du tube, de façon à ce que la concentration en inhibiteur soit identique en tous points.
- On a incubé les tubes à 37°C et la lecture est faite après 24 et 48 heures.



**Figure 64 :** Les tubes de ROTHE et le flacon des échantillons avant l'incubation.



**Figure 65 :** Les tubes de ROTHE et le flacon après l'incubation.

### **Expression des résultats :**

Les tubes présentant un trouble microbien pendant cette période sont présumés contenir un streptocoque fécal et sont soumis au test confirmatif.

### **Test de confirmation :**

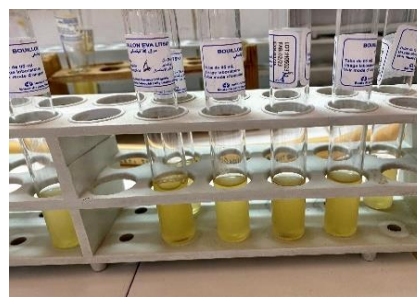
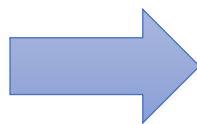
Le test de confirmation est basé sur la confirmation des streptocoques fécaux présents dans le test de présomption.

- Après agitation des tubes positifs.
- On prélève sur chacun des tubes 5 ml avec pipette Pasteur.
- On les a reportés dans des tubes du milieu de Litsky à l'éthyl violet et azide de sodium.
- Flamber, avant et après manipulations.
- Après incubation à 37°C pendant 24 h.

Tous les tubes présentant une culture et un jaunissement ont été considérés comme positifs. Parfois, la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette de signification identique à celle du trouble.



**Figure 67 :** Les tubes de Litsky à l'éthyl des échantillons avant l'incubation.



**Figure 66 :** Les tubes de Litsky à l'éthyl des échantillons après l'incubation.

### **Expression des résultats :**

Nous notons le nombre de tubes positifs dans chaque série puis on s'est reporté à la table de Mac Grady pour connaître le nombre de streptocoques fécaux présents dans 100ml de l'échantillon.

### **Recherche et isolement des salmonelles :**

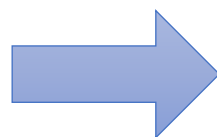
#### **Mode opératoire :**

**Premier Enrichissement :** Le premier enrichissement s'effectue sur le milieu de Sélénite - Cystéine D/C (SFB).

- 100 ml de l'échantillon dans un flacon contenant 100 ml de milieu SFB.
- Puis incubé à 37°C pendant 18 à 24 heures.



**Figure 69 :** Le flacon de SFB avant l'incubation.



**Figure 68 :** Le flacon de SFB après l'incubation.

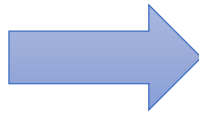
### **Deuxième enrichissement et isolement :**

À partir du bouillon d'enrichissement, effectuer :

- D'un part un isolement sur une gélose Hektoen (on prend une pipette de pasteur puis on fait l'ensemencement par des quadrants consiste cette méthode à déposer l'inoculum à la périphérie de la boîte; on étale ensuite ce prélèvement vers le bas en stries serrées puis à nouveaux d'autres stries partant des bords des précédents bords à bords).
- Incubation à 37°C pendant 24 heures jusqu'à 48 heures.



**Figure 70 :** L'ensemencement dans une gélose Hektoen.



**Figure 71 :** Le résultat de l'ensemencement.

### **Expression des résultats :**

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

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



ANNEXES2 : les normes :

Tableau 8 : Table de MAC-GRADY : Streptometrie.

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

Tableau 9 : la table de MAC-GRADY : Colimétrie.

Nombre de tubes donnant une réponse positive			Indice NPP
3 tubes de 10ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0.1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	29
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	190
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	1400

**Tableau 10 :** Paramètres microbiologique (Normes Algériennes du ministre des ressources en eau depuis 22 mars 2011).

paramètres microbiologiques	Escherichia Coli	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	n/20ml	0

**Tableau 11 :** Paramètres avec valeurs indicatives (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 22 mars 2011).

7 Joumada El Oula 1435 9 mars 2014		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 13		17
Tableau 2 <b>Paramètres avec valeurs indicatives</b>				
GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES	
Paramètres Organoleptiques	couleur	mg/l platine	15	
	Turbidité	NTU	5	
	Odeur à 25 °C	Taux dilution	4	
	Saveur à 25 °C	Taux dilution	4	
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l CaCO <sub>3</sub>	65 pour les eaux désalées ou déminéralisées (valeur minimale)	
	Calcium	mg/l	200	
	Chlorure	mg/l	500	
	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	≥ 6,5 et ≤ 9	
	Conductivité à 20 °C	µS/cm	2800	
	Dureté (TH)	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	500	
	Fer total	mg/l	0,3	
	Manganèse	µg/l	50	
	Phosphore	mg/l	5	
	Potassium	mg/l	12	
	Sodium	mg/l	200	
	Sulfates	mg/l	400	
Température	°C	25		
<p><b>Décret exécutif n° 14-97 du 2 Joumada El Oula 1435 correspondant au 4 mars 2014 portant dissolution de l'agence de gestion du système hydraulique de Beni Haroun.</b></p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p>Le Premier Ministre, Sur le rapport du ministre des ressources en eau, Vu la Constitution, notamment ses articles 85-3° et 125 (alinéa 2), Vu le décret présidentiel n° 13-312 du 5 Dhou El Kaada 1434 correspondant au 11 septembre 2013 portant nomination des membres du Gouvernement ; Vu le décret exécutif n° 94-294 du 19 Rabie Ethani 1415 correspondant au 25 septembre 1994 relatif aux modalités de dissolution et de liquidation des entreprises publiques non autonomes et des établissements publics à caractère industriel et commercial ; Vu le décret exécutif n° 07-337 du 19 Chaoual 1428 correspondant au 31 octobre 2007 portant création de l'agence de gestion du système hydraulique de Beni Haroun ;</p> <p style="text-align: center;">Après approbation du Président de la République ;</p>				
<p style="text-align: center;"><b>Décrète :</b></p> <p>Article 1er. — L'agence de gestion du système hydraulique de Beni Haroun, créée par les dispositions du décret exécutif n° 07-337 du 19 Chaoual 1428 correspondant au 31 octobre 2007 portant création de l'agence de gestion du système hydraulique de Beni Haroun est dissoute.</p> <p>Art. 2. — La dissolution de l'agence prévue à l'article 1er ci-dessus, donne lieu à l'établissement d'un inventaire quantitatif, qualitatif et estimatif dressé conformément aux lois et règlements en vigueur par une commission dont les membres sont désignés conjointement par le ministre des finances et le ministre chargé des ressources en eau.</p> <p>Art. 3. — Le présent décret sera publié au <i>Journal Officiel</i> de la République algérienne démocratique et populaire.</p> <p>Fait à Alger le 2 Joumada El Oula 1435 Correspondant au 4 mars 2014.</p> <p style="text-align: right;">Abdelmalek SELLAL.</p>				

## Normes de l'OMS :

Tableau 12 : Paramètres avec valeurs indicatives (Normes de l'OMS 2006).

**Normes de l'OMS sur l'eau potable**



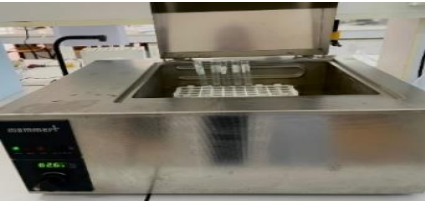



Go!

Les lignes directrices de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, mises à jour en 2006 sont la référence en ce qui concerne la sécurité en matière d'eau potable.

Élément/ substance	Symbole/ formule	Concentration normalement trouvée dans l'eau de surface	Lignes directrices fixées par l'OMS
<b>Aluminium</b>	Al		0,2 mg/l
<b>Ammonium</b>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	< 0,2 mg/l (peut aller jusqu'à 0,3mg/l dans une eau anaérobique)	Pas de contraintes
<b>Antimoine</b>	Sb	< 4 µg/l	0.02 mg/l
<b>Arsenic</b>	As		0,01 mg/l
Amiante			Pas de valeur guide
<b>Baryum</b>	Ba		0,7 mg/l
<b>Béryllium</b>	Be	< 1 µg/l	Pas de valeur guide
<b>Bore</b>	B	< 1 mg/l	0.5mg/l
<b>Cadmium</b>	Cd	< 1 µg/l	0,003 mg/l
<b>Chlore</b>	Cl		Pas de valeur mais on peut noter un goût à partir de 250 mg/l
<b>Chrome</b>	Cr <sup>+3</sup> , Cr <sup>+6</sup>	< 2 µg/l	chrome total : 0,05 mg/l
Couleur			Pas de valeur guide
<b>Cuivre</b>	Cu <sup>2+</sup>		2 mg/l
Cyanure	CN <sup>-</sup>		0,07 mg/l
<b>oxygène dissous</b>	O <sub>2</sub>		Pas de valeur guide
<b>Fluorure</b>	F <sup>-</sup>	< 1,5 mg/l (up to 10)	1,5 mg/l
<b>Dureté</b>	mg/l CaCO <sub>3</sub>		200 ppm
Sulfure d'hydrogène	H <sub>2</sub> S		0.05 à 1 mg/L
<b>Fer</b>	Fe	0,5 - 50 mg/l	Pas de valeur guide
<b>Plomb</b>	Pb		0,01 mg/l
<b>Manganèse</b>	Mn		0,4 mg/l
<b>Mercure</b>	Hg	< 0,5 µg/l	inorganique : 0,006 mg/l
<b>Molybdène</b>	Mb	< 0,01 mg/l	0,07 mg/l
<b>Nickel</b>	Ni	< 0,02 mg/l	0,07 mg/l
<b>Nitrate et nitrite</b>	NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub>		50 et 3 mg/l (exposition à court terme)  0.2 mg/l (exposition à long terme)
Turbidité			Non mentionnée
<b>pH</b>			Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5
<b>Sélénium</b>	Se	< < 0,01 mg/l	0,01 mg/l
<b>Argent</b>	Ag	5 - 50 µg/l	Pas de valeur guide
<b>Sodium</b>	Na	< 20 mg/l	Pas de valeur guide
<b>Sulfate</b>	SO <sub>4</sub>		500 mg/l
<b>Etain inorganique</b>	Sn		Pas de valeur guide : peu toxique
TDS			Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1000 mg/l
<b>Uranium</b>	U		0.015 mg/l

**ANNEXE 3 : Matériel :**

Tableau 13 : Matériel.

Matériel	Photo
Agitateur.	
Balance.	
Le bain marie.	
La hotte de laboratoire.	
Le bec bunsen.	
Le réfrigérateur.	
Le Stérilisateur.	