



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور-الجلفة  
Université Ziane Achour –Djelfa  
كلية علوم الطبيعة و الحياة  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الطبيعية  
Département des Sciences Biologiques

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Thème

**Caractérisation physicochimique et  
microbiologique des eaux souterraines selon  
différents type de stockage**

*Perésenté par : Belouidiane keltoum*

Devant le jury:

Azouzi Blel	Prof	U.Z.A Djelfa	Président
Gougue Fatna	MAA	U.Z.A Djelfa	Examineur
Abbassi Mouna Souad	MCB	E.N.S Laghouat	Encadreur
Hachi Mohammed	MCA	U.Z.A Djelfa	Co- Encadreur

*L'année universitaire : 2021/2022*

## ***Remerciements***

*Mon dieu, seuls vos remerciements peuvent rendre la nuit agréable, seule votre obéissance peut rendre la journée agréable, et seul le fait de vous souvenir peut rendre le moment heureux, j'ai le plaisir d'exprimer mes sincères remerciements et ma gratitude à mes professeurs **Abbassi MonaSouad** et monsieur **Hachi Mohammed** qui n'ont pas hésité à me soutenir durant la préparation de cette étude, et je suis fier d'eux en tant que mes assistants, monsieur **Makhlouf mailoude** et **milleguerbouuz Fatima el-zahra**. Je ne peux pas oublier le mérite du directeur du laboratoire, de tous les hommes et femmes du laboratoire, qui, sans exception, ne m'ont laissé aucune information. un grand merci et leur appréciation pour leurs soins et leur soutien tout au long de ma carrière scientifique. je tiens à remercier tous ceux qui m'ont soutenu et contribué à enrichir cette recherche, sans exception.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail à mes êtres chers à travers le monde :  
A mon père, que dieu ait pitié de lui et que dieu lui accorde un  
ciel immense.*

*Merci à ma mère pour son amour, sa tendresse et son soutien à  
toutes les étapes de ma vie.*

*A toutes mes sœurs, surtout ma petite sœur, Amal*

*Cher frère : Khaled.*

*Dédié à tous mes amis sans exception.*

*A tous ceux qui me soutiennent, à tous mes professeurs.*

## الملخص :

يرتبط العمل الحالي بالدراسة التجريبية لمتابعة الجودة الفيزيائية والكيميائية و البكتريولوجية لمياه الآبار حاج عمر وشعبة سيدي الشيخ "في منطقة متليلي، والمحافظة في الفخار الطيني الجرة والزجاج لمدة ثلاثة أيام فأظهرت نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية للعينتين حيث سجلنا انخفاضاً في درجة الحرارة، والتوصيل الكهربائي، عنوان قلوي كامل، و الكلوريد ، و المغنيسيوم، ومعيار الماء في الفخار الطيني أما في الزجاج يبقى محافظ على طبيعته كما أن هناك زيادة طفيفة في درجة الحموضة و العكارة، بينما تم تسجيل زيادة كبيرة في الألمنيوم وهذا في الفخار الطيني لأن كانت الجرة مغطاة به. لكن في التحليلات الميكروبيولوجية لم تظهر مثل القولونيات الكلية والمطثيات المختزلة بالكبريت والإشريكية القولونية لم تظهر منذ البداية إلا بعد القيام بدراسة نوعية وهذا يعود للتنافس البكتيري لذلك ظهرت بيكتيريا أخرى.

**الكلمات المفتاحية :** التحاليل الفيزيوكيميائية – التحاليل الميكروبيولوجية – مياه الآبار – الفخار – الزجاج

### **Résumé :**

Les travaux en cours portent sur des études expérimentales de suivi de la qualité physique, chimique et bactérienne des eaux des puits Hadj Omar et chabet Sidi Sheikh dans la région de Metlili, conservées dans des pots en terre cuite. poterie en verre, chlorure et magnésium pendant la période de l'argile, les normes d'eau dans la poterie en argile sont restées dans leur état naturel en raison de légères augmentations du pH et de la turbidité, tandis que des augmentations significatives de l'aluminium ont été enregistrées dans la poterie en argile lorsque le pot en était recouvert. mais il n'apparaissait pas dans l'analyse microbiologique car les coliformes totaux et fécaux, les *Clostridium sulfito-réducteurs* et *E. coli* n'apparaissaient qu'après la réalisation d'études qualitatives, du fait de la compétition des bactéries, donc d'autres bactéries apparaissent.

**Mots clés :** analyses physico-chimiques - analyses microbiologiques - eau de puits - poterie – verre

## **Summary :**

The current work is related to the experimental study to follow up the physical, chemical and bacteriological quality of the water of the wells Hadj Omar and chabet Sidi Sheikh in the Metlili region, which was preserved in a clay pottery jar and glass for three days. clay pottery, chloride, and magnesium, and the water standard in clay pottery remain preserved in its nature as there is a slight increase in pH and turbidity, while a significant increase in aluminum was recorded and this is in clay pottery because the jar was covered with it. However, in the microbiological analyzes, it did not appear, such as total coliforms, *sulfur-reduced clostridia*, and *E. coli* did not appear from the beginning until after a qualitative study was carried out, and this is due to bacterial competition, so other bacteria appeared.

Key words: physicochemical analyzes - microbiological analyzes - well water - pottery – glass.

## Liste de abréviations

---

### Liste des abréviations :

**°F** : Degré Française

**ADE** : Algérienne des eaux

**atm**:atmosphères

**BEA** : gélose Bile Esculine Azide

**C°** : Degré celsius.

**Cond** : Conductivité.

**CSR** : *Clostridium sulfito-réducteur*.

**E1**: échantillon de source chabet sidi cheik

**E2**: échantillon de source hadj omar

**E-coli** : *Escherichia coli*

**E.D.T.A** : Acide éthylène diamine tétra-acétique

**g/l** : Gramme par litre

**g/mL**: Germes par millilitre.

**H** : heure.

**H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>**: ion hydronium

**HCl**: Acide Chlorhydrique

**K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>**: Chromate de Potassium

**km<sup>2</sup>** : Kilomètre carré

**Mg<sup>2+</sup>** : magnésium cation

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

**mmHg**: millimètre de mercure

**nm**: Nanomètre

**NaCl**: Chlorure de sodium

**NaOH** : L'hydroxyde de sodium .

**NTU** : Unité Néphélométrique de turbidité

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**PCA**: Plate Count Agr

**PH** : Potentiel Hydrogène

## Liste de abréviations

---

**PO<sup>2-</sup><sub>4</sub>**: phosphate

**Psi**: livres par pouce carré

**T** : Température

**TA** : Titre Alcalimétrique

**TAC** : Titre Alcalimétrique complet

**TDS** : Total des Solide Dissous

**TGEA** : Gélose Tryptone Glucose Extract

**TH** : Titre Hydrométrique ou Dureté totale.

**TTC**: Triphenyl-tetrazolium Chloride

**µs/cm** : Micro siemens sur centimètre

**Véq** : Volume équivalent

**VF** : Viande de foie



## Liste de figure et tableau

### Liste de figure:

	Titre de figure	page
<b>Figure I.01</b>	<b>Structure d'une molécule d'eau et sa répartition de charge</b>	<b>20</b>
<b>Figure I.02</b>	<b>Le cycle hydrologique global, avec des bassins en unités de <math>10^3 \text{ km}^3</math> et des flux en <math>10^3 \text{ km}^3/\text{an}</math>. Modifié de Trenberth et al. (2007). Utilisé avec la permission de l'American Meteorological Society</b>	<b>31</b>
<b>Figure I.03</b>	Répartition de l'eau dans le monde	<b>34</b>
<b>Figure I.04</b>	<b>Les eaux souterraines pénètrent dans le sol avec une perméabilité élevée et une partie pénètre même dans l'argile avec une faible perméabilité mais une porosité élevée et devient une partie des aquifères confinés où l'eau peut rester pendant des millénaires</b>	<b>36</b>
<b>Figure I.05</b>	<b>Une section transversale de la terre illustrant différents types d'aquifère</b>	<b>38</b>
<b>Figure I.06</b>	<b>Les principales sources de pollution de l'eau</b>	<b>42</b>
<b>Figure I.07</b>	<b>Termes d'adsorption de base</b>	<b>49</b>
<b>Figure II.01</b>	<b>Classification des différentes formes de fer présentes dans l'eau</b>	<b>65</b>
<b>Figure II.02</b>	<b>Processus de comptage des coliformes totaux et les coliformes Thermo-tolérants</b>	<b>77</b>
<b>Figure III.01</b>	<b>Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa</b>	<b>84</b>
<b>Figure III.02</b>	<b>Situation géographique du commun de metlili</b>	<b>85</b>
<b>Figure III.03</b>	<b>Carte géomorphologique de la région Ghardaïa</b>	<b>85</b>
<b>Figure III.04</b>	<b>L'analyse définitive de le contrôle de qualité d'une eau</b>	<b>92</b>
<b>Figure III.05</b>	<b>Stockage des échantillons dans une glacière.</b>	<b>94</b>
<b>Figure III.06</b>	<b>pH mètre de mesure</b>	<b>96</b>
<b>Figure III.07</b>	<b>Conductivimètre</b>	<b>97</b>
<b>Figure III.8</b>	<b>Turbidimètre</b>	<b>98</b>

## Liste de figure et tableau

<b>Figure III.09</b>	<b>Spectrophomètre</b>	<b>100</b>
<b>Figure III.10</b>	<b>dosage de NH<sub>4</sub></b>	<b>102</b>
<b>Figure III.11</b>	<b>dosage après virage</b>	<b>103</b>
<b>Figure III.12</b>	<b>dosage avant virage</b>	<b>103</b>
<b>Figure III.13</b>	<b>dosage après virage</b>	<b>104</b>
<b>Figure III.14</b>	<b>dosage avant virage</b>	<b>104</b>
<b>Figure III.15</b>	<b>dosage après virage</b>	<b>105</b>
<b>Figure III.16</b>	<b>dosage avant virage</b>	<b>105</b>
<b>Figure III.17</b>	<b>Spectrophotomètre à flamme</b>	<b>106</b>
<b>Figure III.18</b>	<b>Dessiccateur</b>	<b>107</b>
<b>Figure III.19</b>	<b>Balance</b>	<b>107</b>
<b>Figure III.20</b>	<b>bain marie</b>	<b>107</b>
<b>Figure III.21</b>	<b>Dosage de sulfate</b>	<b>108</b>
<b>Figure III.22</b>	<b>Coupe schématique d'un appareil de filtration sur membranes</b>	<b>109</b>
<b>Figure IV.01</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres PH</b>	<b>116</b>
<b>Figure IV.02</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre T</b>	<b>117</b>
<b>Figure IV.03</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètreconductivité</b>	<b>118</b>
<b>Figure IV.04</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre Turbiduté</b>	<b>119</b>
<b>Figure IV.05</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre TDS</b>	<b>120</b>
<b>Figure IV.06</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre Salinité</b>	<b>121</b>
<b>Figure IV.07</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètrefer</b>	<b>122</b>
<b>Figure IV.08</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètrePhosphore</b>	<b>123</b>
<b>Figure IV.09</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	<b>124</b>

## Liste de figure et tableau

<b>Figure IV.10</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre TAC</b>	<b>125</b>
<b>Figure IV.11</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de TH</b>	<b>126</b>
<b>Figure IV.12</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre Ca<sup>2+</sup></b>	<b>128</b>
<b>Figure IV.13</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre Cl<sup>-</sup></b>	<b>129</b>
<b>Figure IV.14</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre Mg<sup>2+</sup></b>	<b>130</b>
<b>Figure IV.15</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre Sodium Na<sup>+</sup>,</b>	<b>131</b>
<b>Figure IV.16</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre Potassium K<sup>+</sup></b>	<b>133</b>
<b>Figure IV.17</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre résidus sec</b>	<b>134</b>
<b>Figure IV.18</b>	<b>Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre Sulfate SO<sup>2-</sup><sub>4</sub></b>	<b>135</b>
<b>Figure IV.19</b>	<b>Boîtes de Pétri sans colonie de bactérie dans le témoin .</b>	<b>137</b>
<b>Figure IV.20</b>	<b>Boîtes de Pétri sans colonie des bactérie dans les céramique et le verre.</b>	<b>137</b>
<b>Figure IV.21</b>	<b>Boîtes de Pétri sans colonie dans le témoin</b>	<b>137</b>
<b>Figure IV.22</b>	<b>Boîtes de Pétri sans colonie dans les céramique et le verre.</b>	<b>137</b>
<b>Figure IV.23</b>	<b>Aspect microscopique</b>	<b>139</b>
<b>Figure IV.24</b>	<b>les colonie des bactérie après l'identification de milieu chromagare</b>	<b>141</b>

## Liste de figure et tableau

---

### Liste de tableau :

	<b>Titre de tableau</b>	<b>page</b>
<b>Tableau I.01</b>	<b>Disponibilité de l'eau sur terre</b>	<b>31</b>
<b>Tableau I.02</b>	<b>les types de pollution de l'eau</b>	<b>43</b>
<b>Tableau I.03</b>	<b>Exemples de matières organiques, inorganiques et Contaminants chimiques radioactifs</b>	<b>44</b>
<b>Tableau I.04</b>	<b>Agents pathogènes d'origine hydrique et leurs maladies associées</b>	<b>45-47</b>
<b>Tableau II.01</b>	<b>Catégories d'odeurs désagréables couramment rencontrées dans l'eau</b>	<b>54</b>
<b>Tableau II.02</b>	<b>Concentrations seuils du goût de certaines substances dans l'eau en mg l<sup>-1</sup></b>	<b>55</b>
<b>Tableau II.03</b>	<b>Plage de salinité de différentes sources d'eau, PPT ou parties par mille</b>	<b>58</b>
<b>Tableau II.04</b>	<b>Résumé des données sur les effets de diverses concentrations et durées d'exposition aux solides en suspension sur le périphyton et les macrophytes</b>	<b>60</b>
<b>tableau II.05</b>	<b>Résumé des données sur les effets de diverses concentrations et durées d'exposition aux solides en suspension sur les invertébrés</b>	<b>61-62</b>
<b>Tableau II.06</b>	<b>Classification des sources d'eau selon la qualité bactérienne et le niveau de traitement recommandé</b>	<b>73-74</b>
<b>Tableau II.07</b>	<b>Représenté les norme physico-chimiques de l'eau source</b>	<b>78-79</b>
<b>Tableau II.08</b>	<b>Représente le calcule de dénombrement de bactérie</b>	<b>80</b>
<b>Tableau III.01</b>	<b>Matériels utiliser pour l'analyse des paramètres physico-chimiques</b>	<b>95</b>
<b>Tableau III.02</b>	<b>Matériels utiliser pour l'analyse des paramètres spectrophotométrie.</b>	<b>99</b>

## Liste de figure et tableau

<b>Tableau III.03</b>	<b>Matériels utilisés pour l'analyse des paramètres Volumétriques</b>	<b>102-103</b>
<b>Tableau IV.01</b>	<b>Résultat physico-chimique de source d'eau de chabet Sidi Sheikh</b>	<b>114</b>
<b>Tableau IV.02</b>	<b>Résultat physico-chimique de Source d'eau de Hadj omar</b>	<b>115</b>
<b>Tableau IV.03</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de PH</b>	<b>116</b>
<b>Tableau IV.04</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de T</b>	<b>117</b>
<b>Tableau IV.05</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de conductivité</b>	<b>118</b>
<b>Tableau IV.06</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de Turbiduté</b>	<b>119</b>
<b>Tableau IV.07</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de TDS</b>	<b>120</b>
<b>Tableau IV.08</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de Salinité</b>	<b>121</b>
<b>Tableau IV.09</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de fer</b>	<b>122</b>
<b>Tableau IV.10</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de Phosphore</b>	<b>123</b>
<b>Tableau IV.11</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de <math>\text{NH}_4^+</math></b>	<b>124</b>
<b>Tableau IV.12</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de TAC</b>	<b>125</b>
<b>Tableau IV.13</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de TH</b>	<b>126</b>
<b>Tableau IV.14</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de <math>\text{Ca}^{2+}</math></b>	<b>127</b>
<b>Tableau IV.15</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de <math>\text{Cl}^-</math></b>	<b>128</b>
<b>Tableau IV.16</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de <math>\text{Mg}^{2+}</math></b>	<b>130</b>
<b>Tableau IV.17</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de Sodium <math>\text{Na}^+</math></b>	<b>131</b>
<b>Tableau IV.18</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de Potassium <math>\text{K}^+</math></b>	<b>132</b>
<b>Tableau IV.19</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de résidus sec</b>	<b>134</b>
<b>Tableau IV.20</b>	<b>Résultats de l'analyse des paramètres de Sulfate <math>\text{SO}_4^{2-}</math></b>	<b>135</b>
<b>Tableau IV.21</b>	<b>Résultat bactériologie de les deux échantillon avant l'identification.</b>	<b>136</b>
<b>Tableau IV.22</b>	<b>Caractères macroscopiques et microscopiques des colonies bactériennes de l'eau des puits les deux échantillon( laboratoire de lieu de l'analyse).</b>	<b>138</b>

## Liste de figure et tableau

---

<b>Tableau IV.23</b>	<b>Résultat après l'identification de source de l'eau chabet Sidi Sheikh</b>	<b>140</b>
<b>Tableau IV.24</b>	<b>Résultat après l'identification de source de l'eau Hadj omar</b>	<b>141</b>

# Sommaire

---

## Sommaire:

<b>REMERCIEMENTS</b>	
<b>Dédicace</b>	
<b>Summary</b>	
<b>Liste de abréviation</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Introduction générale</b>	<b>i</b>
<i>Chapitre I: généralité de l'eau</i>	
<b>I. Caractéristiques des eaux</b>	<b>20</b>
<b>I.1 Définition et caractéristiques de l'eau</b>	<b>20</b>
<b>I.2 Propriétés de l'eau</b>	<b>21</b>
<b>I.2.1 Propriétés physiques</b>	<b>21</b>
<b>I.2.1.1 Point d'ébullition, point de congélation et point de fusion</b>	<b>21</b>
<b>I.2.1.2 Compressibilité</b>	<b>21-22</b>
<b>I.2.1.3 Densité de l'eau et de la glace</b>	<b>22</b>
<b>I.2.1.4 Miscibilité et condensation:</b>	<b>22</b>
<b>I.2.1.5 État solide, état liquide et état gazeux</b>	<b>22-23</b>
<b>I.2.1.6 Viscosité</b>	<b>23</b>
<b>I.2.2 Propriétés chimiques</b>	<b>23</b>
<b>I.2.2.1 Géochimie</b>	<b>23-24</b>
<b>I.2.2.2 Chimie de coordination</b>	<b>24</b>
<b>I.2.2.3 Chimie organique</b>	<b>24-25</b>
<b>I.2.3 Propriétés mécaniques</b>	<b>25</b>

## Sommaire

---

<b>I.2.3.1 Les précipitations</b>	<b>25</b>
<b>I.2.3.2 L'évaporation</b>	<b>25</b>
<b>I.2.3.3 L'infiltration</b>	<b>25-26</b>
<b>I.3. Composition de l'eau</b>	<b>26</b>
<b>I.3.1 Principaux ion</b>	<b>26</b>
<b>I.3.2. Gaz dissous</b>	<b>26-27</b>
<b>I.3.3. Les ions d'hydrogène</b>	<b>27</b>
<b>I.3.4. Substances biogènes</b>	<b>27-28</b>
<b>I.3.5 la matiere organique</b>	<b>28</b>
<b>I.3.6 micro-éléments</b>	<b>28</b>
<b>I.4. L'importance de l'eau</b>	<b>28-29</b>
<b>I.4.1 L'eau dans notre corps</b>	<b>28-29</b>
<b>I.4.2 L'eau dans l'agriculture</b>	<b>29-30</b>
<b>I.5 Cycle de l'eau</b>	<b>30-32</b>
<b>I.5.1.Évaporation et transpiration</b>	<b>32-33</b>
<b>I.5.2 Condensation</b>	<b>33</b>
<b>I.5.3 Précipitation</b>	<b>33</b>
<b>I.5.4 L'infiltration</b>	<b>33</b>
<b>I.5.5 Ruissellement</b>	<b>33</b>
<b>I.5.6 Sublimation et dépôt</b>	<b>34</b>
<b>I.6 l'eau d'approvisionnement</b>	<b>34-35</b>
<b>I.6.1 Eau de pluie</b>	<b>35</b>
<b>I.6.2 Eau de surface</b>	<b>36-37</b>
<b>I.6.3 Eau de souterraines</b>	<b>37-38</b>
<b>I.6.4 Océans, mers intérieures, zones côtières et estuaires.</b>	<b>39</b>
<b>I.6.5 Eau du sol</b>	<b>39-40</b>



## Sommaire

---

<b>I.6.6 Glaciers, icebergs et glace de sol</b>	<b>40</b>
<b>I.7 La contamination des sources de l'eau</b>	<b>41</b>
<b>I.7.1. Définition</b>	<b>41</b>
<b>I.7.2. L'origine de la pollution d'eau</b>	<b>41</b>
<b>I.7.3. Le type de pollution</b>	<b>42</b>
<b>I.7.3.1. Pollution physique</b>	<b>43</b>
<b>I.7.3.2. Pollution chimique</b>	<b>43-44</b>
<b>I.7.3.3. Pollution microbiologique</b>	<b>45</b>
<b>I.8 La contamination des sources de l'eau</b>	<b>47-48</b>
<b>I.9 Traitement des sources de l'eau</b>	<b>48</b>
<b>I.9.1 Membrane</b>	<b>48</b>
<b>I.9.2 Adsorption</b>	<b>49</b>
<b>I.9.3 Procédés d'oxydation avancés</b>	<b>49-50</b>
<b>I.9.4 Coagulation</b>	<b>50</b>
<b>I.9.5 Méthodes de traitement combinées</b>	<b>50-51</b>
<b>I.9.6 Nano-photocatalyseurs</b>	<b>51</b>
<b>I.9.7 Nanoparticules magnétiques</b>	<b>51</b>
<i>Chapitre II :Caractéristique physico-chimique et microbiologie ( Qualité de L'eau.).</i>	
<b>II.1 Qualité organoleptique</b>	<b>53</b>
<b>II.1.1 Couleur</b>	<b>53</b>
<b>II. 1.2 Odeur</b>	<b>53</b>
<b>II.2.1- Les sources primaires sont les suivantes</b>	<b>53</b>
<b>II.2.2 Des sources secondaires d'odeurs</b>	<b>53-54</b>
<b>II.2.3 Goût et saveur</b>	<b>54</b>

## Sommaire

---

<b>II.2 Qualité physico-chimique</b>	<b>55-56</b>
<b>II.2.1 Qualité physique</b>	<b>56</b>
<b>A) Température</b>	<b>56</b>
<b>B) Potentiel d'hydrogen</b>	<b>56-57</b>
<b>C) Conductivité électrique</b>	<b>57</b>
<b>D) Turbidité</b>	<b>57</b>
<b>E) L'oxygène dissous</b>	<b>57-58</b>
<b>F) Salinité</b>	<b>58</b>
<b>G) Matière en suspension (MES)</b>	<b>58-59</b>
<b>H) Matières solides</b>	<b>59</b>
<b>I) Résidu sec</b>	<b>62</b>
<b>II.2.2 Qualité chimique</b>	<b>62</b>
<b>A) L'ammoniac</b>	<b>62</b>
<b>B) Nitrates et Nitrites</b>	<b>62-63</b>
<b>C) Fluorures</b>	<b>63-64</b>
<b>D) Fer</b>	<b>64</b>
<b>E) Sodium</b>	<b>65-66</b>
<b>F) Sulfate</b>	<b>66-67</b>
<b>G) Potassium</b>	<b>67</b>
<b>H) Phosphates</b>	<b>68</b>
<b>I) Chlorures (Cl-)</b>	<b>68-69</b>
<b>J) Calcium</b>	<b>69</b>
<b>K) Dureté ou titre hydrotimétrique ( TH)</b>	<b>69-70</b>

## Sommaire

<b>L) Titre alcalimétrique complète (TAC).</b>	<b>70</b>
<b>M) Demande chimique en oxygène</b>	<b>70</b>
<b>N) Demande biochimique en oxygène (DBO5)</b>	<b>70-71</b>
<b>II.3 Qualité Microbiologique</b>	<b>71</b>
<b>II.3.1- Qualité Microbiologique</b>	<b>71</b>
<b>II.3.2. Flore microbienne de l'eau.</b>	<b>71-72</b>
<b>II.3.3 Critères bactériologiques de l'eau</b>	<b>72-73</b>
<b>A) Recherche des germes Totaux</b>	<b>74</b>
<b>B) Les coliformes Totaux</b>	<b>75</b>
<b>C) Les coliformes Thermo-tolérants</b>	<b>75-76</b>
<b>D) Recherche les coliformes totaux et les coliformes Thermo-tolérants</b>	<b>76</b>
<b>E) Recherche des Streptocoques Fécaux (37 C°)</b>	<b>77</b>
<b>F) Les <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i></b>	<b>77-78</b>
<b>II.4 Les normes algériennes</b>	<b>78</b>
<b>II.4.1. Normes Physico-chimiques de L'eau source</b>	<b>78</b>
<b>II.4.2 Normes de la qualité bactériologique de l'eau source</b>	<b>80-81</b>
<i>Chapitre III: Matériel et méthode</i>	
<b>III.1 Introduction</b>	<b>83</b>
<b>III.A Définition de la poterie</b>	<b>83</b>
<b>III.B Définition de verre</b>	<b>83</b>
<b>III.2 Représentation de la région d'étude</b>	<b>83</b>
<b>III.2.1 Situation géographique et la géomorphologie</b>	<b>83</b>
<b>III.2.A Situation géographique de la commune de Metlili</b>	<b>83-84</b>

## Sommaire

<b>III.B La géomorphologie</b>	<b>85</b>
<b>III.3 Présentation de l'ADE</b>	<b>86</b>
<b>III.A Introduction à l'eau algérienne</b>	<b>86</b>
<b>III.B Programme de travail algérien pour l'eau</b>	<b>86</b>
<b>III.C Missions de l'Eau Algérienne</b>	<b>86</b>
<b>III.4 ses propriétés</b>	<b>87</b>
<b>III.5 Définition de l'unité de Ghardaïa</b>	<b>87</b>
<b>A/ Bref historique</b>	<b>88</b>
<b>B / Objectifs et principales activités de l'institution</b>	<b>88-89</b>
<b>III.7 Définition de laboratoire</b>	<b>89-90</b>
<b>III.8 Différentes structures de laboratoire ADE</b>	<b>90</b>
<b>III.9 Rôle du laboratoire par rapport du citer de l'eau</b>	<b>91-92</b>
<b>III.10 Prélèvement d'échantillonnage</b>	<b>92-94</b>
<b>III.11 Transport des échantillonnage au laboratoire</b>	<b>94</b>
<b>III.12 La méthode de stérilisation des flacon de prélèvements</b>	<b>94</b>
<b>III.13 Méthodes d'analyses organoleptiques</b>	<b>94</b>
<b>A) Couleur</b>	<b>95</b>
<b>B) Odeur</b>	<b>95</b>
<b>C) goût</b>	<b>95</b>
<b>III.14 l'analyse physico –chimique</b>	<b>95</b>
<b>III.14.1 Les Paramètres physiques</b>	<b>95</b>
<b>A) Détermination du pH</b>	<b>95</b>
<b>B) Détermination du TempératureT</b>	<b>96</b>
<b>C) Détermination du Turbidité</b>	<b>97</b>
<b>D) Détermination du conductivité</b>	<b>98</b>
<b>E) Détermination du Solides Dissous Totaux TDS (SDT)</b>	<b>99</b>

## Sommaire

F) Détermination du Salinité	99
III.14.2 Les Paramètres de pollution par Spectrophotométrie	99
A) Dosage de Fer	99-100
B) Dosage de Phosphate $PO_4^{3-}$	101
D) Dosage d'Ammonium $NH_4^+$	101-102
III.14.3 Les Paramètres Volumétriques	102
A) Détermination du Titre Alcalimétrique Complet TAC	103
B) Détermination de la dureté TH	103-104
C) Dosage de Calcium $Ca^{2+}$	104-105
D) Dosage de chlorures $Cl^-$	105
E) Détermination du Magnésium $Mg^{2+}$	105-106
III.14.4 Les Paramètres Photométrique à Flamme	106
A) Dosages de Sodium et Potassium $Na^+$ , $K^+$	106
III.14.5 Les Paramètres gravimétrique	106
A) Détermination du résidu sec	106-107
B) Dosage de Sulfate $SO_4^{2-}$	107-108
III.15 les analyse bactériologique	108
III.16 Méthode de filtration sur membrane	108
III.17 Matériel pour filtration sur membranes	108
III.18 Recherche et dénombrement des bactérie	109
A) Recherche et dénombrement des coliformes	109
B) Recherche de coliformes fécaux	109-110
C) Recherche <i>Escherichia-coli</i>	110
D) La recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	110-111
E) Recherche et dénombrement des <i>clostridium sulfito réducteur</i>	111
III.19 Identification bactérienne	111

# Sommaire

<i>Chapitre IV: Résultat et discussion</i>	
<b>IV-1 Introduction</b>	<b>113</b>
<b>IV.2 Résultat des analyse organoleptiques</b>	<b>113</b>
<b>A) La couleur</b>	<b>113</b>
<b>B) Odeur</b>	<b>113</b>
<b>C) Goût et saveur</b>	<b>113</b>
<b>IV.3 Résultat des analyse physico-chimique</b>	<b>113</b>
<b>IV.3.1 Les Paramètres physiques</b>	<b>116</b>
<b>A) Détermination du pH</b>	<b>116</b>
<b>B) Détermination du Température T</b>	<b>117</b>
<b>C) Détermination du conductivité</b>	<b>118</b>
<b>D) Détermination du Turbidité</b>	<b>119</b>
<b>E) Détermination du Solides Dissous Totaux TDS (SDT)</b>	<b>120</b>
<b>F) Détermination du Salinité</b>	<b>121</b>
<b>IV.3.2 Les Paramètres de pollution par Spectrophotométrie</b>	<b>122</b>
<b>A) Dosage de Fer</b>	<b>122</b>
<b>B) Dosage de Phosphate <math>\text{PO}_4^{3-}</math></b>	<b>123</b>
<b>E) Dosage d'Ammonium <math>\text{NH}_4^+</math></b>	<b>124</b>
<b>IV.3.3 Les Paramètres Volumétriques</b>	<b>125</b>
<b>A) Détermination du Titre Alcalimétrique Complet TAC</b>	<b>125</b>
<b>B) Détermination de la dureté TH</b>	<b>126</b>
<b>C) Dosage de Calcium <math>\text{Ca}^{2+}</math></b>	<b>127</b>
<b>D) Dosage de chlorures <math>\text{Cl}^-</math></b>	<b>128</b>
<b>E) Détermination du Magnésium <math>\text{Mg}^{2+}</math></b>	<b>129</b>
<b>IV.3.4 Les Paramètres Photométrique à Flamme</b>	<b>131</b>

## Sommaire

---

A) Dosages de Sodium Na <sup>+</sup>	131
B) Dosages de Potassium, K <sup>+</sup>	132
IV.3.5 Les Paramètres gravimétrique	134
A) Détermination du résidu sec	134
B) Dosage de SulfateSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	135
IV.4 les paramètre bactériologique	136
A) Recherche de coliformes totaux et coliforme fécaux	137
B) La recherche des streptocoques fécaux	137
D) Recherche et dénombrement des <i>clostridium sulfito réducteur</i>	138
IV.7) Résultat de l'identification	138
A) Aspect microscopique	138
B) Aspect macroscopique	139
B.1) source d'eau de Chabet Sidi Sheikh	139-140
B.2) source d'eau de Hadj Omar	140-141
Conclusion	143-144
Référence Bibliographies	146-152
Annexes	154-159

# **Introduction**



## **INTRODUCTION :**

L'eau est l'élément essentiel à la vie, il représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants. sans cette matière simple et complexe en même temps la vie sur terre n'aurait jamais existé donc c'est un élément noble qu'on doit protéger pour les générations futures, et pour cela la technologie moderne nous a permis la conception des stations de traitement des eaux de surface pour palier aux problèmes de pollution qui menacent la potabilité de l'eau qui a été préservé pendant des siècles, le laboratoire d'analyses a un rôle très important dans le suivi d'une station de traitement car c'est lui qui doit confirmer la potabilité de l'eau après traitement et anticiper toutes les étapes nécessaires avant traitement à l'aide des analyses pour l'obtention des résultats demandés.(Hamedet *al.*, 2012).

Dans ce sens, nous étudierons la qualité physique et chimique de l'eau stockée dans la poterie et le verre pendant trois jours pour les puits de Metlili (province de Ghardaïa) dans les régions de chabet Sidi Cheikh et Hadj Omar cette étude a été menée au cours d'une période de formation qui a duré environ deux mois en l'Algérienne des Eaux-Ghardaïa .ce travail est organisé en quatre chapitres en plus de l'introduction et de la conclusion, qui sont:

- Le premier chapitre présente une compilation bibliographique sur l'eau.
- Le deuxième chapitre traite des propriétés physiques, chimiques et microbiologiques
- Le troisième chapitre présente une étude du lieu où les analyses ont été réalisées, des méthodes et matériels utilisés, ainsi que des protocoles expérimentaux.
- Dans le dernier chapitre, l'analyse et l'interprétation des résultats sont présentées. Obtenu au cours de cette étude.

***CHAPITERE I :  
GENERALITE DE  
L'EAU***

# Chapitre I..... généralité de l'eau

## I. Caractéristiques des eaux:

### I.1 Définition et caractéristiques de l'eau :

L'eau ( $H_2O$ ) est la ressource la plus précieuse et le composé le plus abondant à la surface de la terre.( **M. Z.Hossain, 2015**).

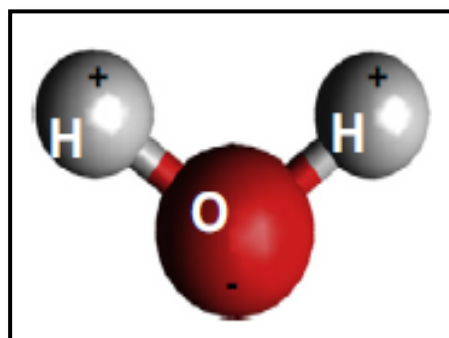
Et bien que 71 % de la terre soit entourée d'eau ; néanmoins, seulement 2,5% est de l'eau douce utilisée pour la consommation humaine, l'agriculture, l'usage domestique et industriel .(**A. Kumar, 2022**).

De nombreuses substances se dissolvent dans l'eau et on l'appelle communément le solvant universel.( **M. Z.Hossain, 2015**).

L'eau est une molécule composée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène ( $H_2O$ ) chargés différemment (Figure 01), ce qui entraîne une répartition inégale de la charge électrique, appelée polarité. (**Wellinger et al .,2017**).

Lors d'analyses plus poussées, qu'il s'agit d'un mélange de plus de 30 composés possibles. de plus, toutes ses constantes physiques sont anormales (étranges).( **Spellman, 2020**).

La polarité de l'eau est également responsable d'un phénomène appelé autodissociation de l'eau, dans lequel un proton est transféré d'une molécule d'eau à une autre. cela nous amène naturellement au pH, qui est calculé comme le logarithme négatif de la concentration de protons, où plus la concentration de protons est élevée, plus le pH est bas. par exemple, pH 6 correspond à une concentration de protons dans l'eau de  $10^{-6}$  mol/L.(**Wellinger et al., 2017**).



**Figure 01** :Structure d'une molécule d'eau et sa répartition de charge (**Wellinger et al., 2017**).

# Chapitre I..... généralité de l'eau

---

L'eau n'est pas seulement le début de toutes choses, comme les anciens grecs l'avaient déjà compris, mais sans eau, aucune vie sur terre n'est possible, et l'eau propre est également une condition préalable à toute forme de développement durable. Il y a suffisamment d'eau douce disponible sur terre (environ 91 000 km<sup>3</sup>) pour approvisionner chaque individu sur terre (environ 7,5 milliards en 2020) environ. 12 000 l, plus que suffisant pour vivre décemment.(Meran et al., 2021).

Jusqu'à présent, beaucoup de choses ont été dites sur l'eau ; cependant, il n'a pas été dit que l'eau est claire. c'est le cas parce qu'on ne trouve nulle part dans la nature de l'eau pure. ici sur terre, avec une origine géologique remontant à plus de 3 à 5 milliards d'années, l'eau, même sous sa forme la plus pure, est composée de nombreux constituants. (Spellman, 2020).

## I.2. Propriétés de l'eau:

### I.2.1 Propriétés physiques:

L'eau est un liquide insipide et inodore à température et pression ambiantes et apparaît incolore. la glace apparaît également incolore et la vapeur d'eau est essentiellement invisible sous forme de gaz. contrairement à d'autres hydrures analogues de la famille de l'oxygène, l'eau est principalement un liquide dans des conditions standard de température et de pression en raison de la liaison d'hydrogène.(James et Speight, 2020).

#### I.2.1.1 Point d'ébullition, point de congélation et point de fusion:

Le point d'ébullition d'une substance est la température à laquelle la pression de vapeur du liquide est égale à la pression entourant le liquide et le liquide se transforme en vapeur. le point d'ébullition normal de l'eau est de 100°C (212°F) (au niveau de la mer) car c'est la température à laquelle la pression de vapeur de l'eau est de 760mmHg, ou 1 atm (14.7psi). le point d'ébullition varie selon la pression environnementale environnante. par exemple, l'eau bout à 93,4 °C (200,1 °F) à 6250 pieds(1905m)au-dessus du niveau de la mer. pour une pression donnée, différents liquides bouilliront à différentes températures.(James et Speight, 2020).

#### I.2.1.2 Compressibilité:

La compressibilité de l'eau est fonction de la pression et de la température. la faible compressibilité de l'eau signifie que même dans les océans profonds à 2 milles de profondeur, où les pressions sont de l'ordre de 6 000 psi, il n'y a qu'une diminution

## **Chapitre I..... généralité de l'eau**

---

de volume de 1,8 %. c'est cette faible compressibilité de l'eau qui conduit à une hypothèse erronée selon laquelle l'eau est incompressible. **(James et Speight, 2020).**

### **I.2.1.3 Densité de l'eau et de la glace:**

L'eau a sa densité maximale à 4 ° C (39 ° F), une température supérieure à son point de congélation (0 ° C, 32 ° F). la conséquence de ce fait est que la glace flotte, de sorte que peu de grandes masses d'eau gèlent solidement. de plus, le modèle de circulation verticale de l'eau dans les lacs ou la stratification de l'eau dans les lacs, un facteur déterminant dans la chimie et la biologie des systèmes lacustres, est régi en grande partie par la relation unique température-densité de l'eau. la densité varie avec la température, mais pas de manière linéaire : lorsque la température augmente, la densité monte jusqu'à un pic à 3,98 ° C (39,16 ° F) puis diminue. **(James et Speight, 2020).**

### **I.2.1.4 Miscibilité et condensation:**

L'eau est miscible avec de nombreux liquides, dont l'alcool éthylique (éthanol, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) en toutes proportions. d'autre part, l'eau et la plupart des huiles organiques ne sont pas miscibles et forment généralement des couches en fonction de l'augmentation de la densité à partir du haut pour les huiles d'hydrocarbures, l'eau est la couche inférieure. plus généralement, sur la base de la polarité, l'eau étant un composé relativement polaire, elle aura tendance à être miscible avec les liquides de forte polarité comme l'éthanol et l'acétone (CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>), alors que les composés à faible polarité (comme les dérivés d'hydrocarbures) auront tendance à être non miscible et peu soluble dans l'eau ou miscible avec celle-ci .en tant que gaz, la vapeur d'eau est complètement miscible à l'air. d'autre part, la pression de vapeur maximale de l'eau thermodynamiquement stable avec le liquide (ou le solide) à une température donnée est relativement faible par rapport à la pression atmosphérique totale. **(James et Speight, 2020).**

### **1.2.1.5 État solide, état liquide et état gazeux:**

Toutes les substances, y compris l'eau, deviennent moins denses lorsqu'elles sont chauffées et plus denses lorsqu'elles sont refroidies et, ainsi, lorsque l'eau est refroidie, elle devient plus dense et forme de la glace. l'eau est l'une des rares substances dont l'état solide peut flotter sur son état liquide car l'eau continue à se densifier jusqu'à atteindre 4 ° C (39 ° F) et, après avoir atteint cette température, l'eau

## **Chapitre I..... généralité de l'eau**

---

devient moins dense. lors de la congélation, les molécules dans l'eau commencent à se déplacer plus lentement, ce qui leur permet de former plus facilement des liaisons hydrogène et finalement de s'organiser en une structure hexagonale cristalline ouverte. En raison de cette structure ouverte à mesure que les molécules d'eau sont maintenues plus éloignées, le volume d'eau augmente d'environ 9 %. ainsi, les molécules sont plus serrées lorsque l'eau est à l'état liquide que lorsque l'eau est à l'état solide (glace).(James et Speight, 2020).

### **I.2.1.6 Viscosité:**

L'eau a également des propriétés d'adhérence élevées en raison de sa nature polaire. sur du verre extrêmement propre/lisse, l'eau peut former un film mince car les forces moléculaires entre les molécules de verre et d'eau (forces adhésives) sont plus fortes que les forces de cohésion. déshydrater des surfaces hydrophiles (c'est-à-dire éliminer les couches d'eau d'hydratation fortement retenues) nécessite de faire un travail important contre ces forces, appelées forces d'hydratation. ces forces sont très importantes mais diminuent rapidement sur un nanomètre ou moins. ils sont importants en biologie, en particulier lorsque les cellules sont déshydratées par exposition à des atmosphères sèches ou à la congélation extracellulaire. (James et. Speight, 2020).

### **I.2.2 Propriétés chimiques:**

C'est le comportement de l'eau dans les systèmes chimiques qui lui donne le nom de solvant universel puisqu'il peut dissoudre plus de substances que tout autre liquide. c'est pourquoi les eaux des lacs, des rivières, des mers et des océans contiennent en fait un grand nombre d'éléments dissous et de minéraux libérés par les roches ou par l'atmosphère. partout où elle coule, l'eau se dissout et transporte une quantité extrêmement élevée de substances et accomplit ainsi une tâche importante : celle de transporter, parfois sur de longues distances, les substances qu'elle rencontre sur son chemin.(James et. Speight, 2020).

#### **I.2.2.1 Géochimie:**

L'action de l'eau sur la roche sur de longues périodes de temps conduit généralement à l'altération et à l'érosion, qui sont des processus physiques qui transforment les roches solides et les minéraux en sol et en sédiments. cependant, dans certaines conditions, des réactions chimiques avec l'eau se produisent également,

## Chapitre I..... généralité de l'eau

---

entraînant un métasomatisme (altération chimique d'une roche par des fluides hydrothermaux et autres) ou une hydratation minérale qui est un type d'altération chimique d'une roche qui produit des minéraux argileux. ainsi, les systèmes aqueux sont essentiellement des solutions de sels minéraux solubles et le caractère chimique de l'eau, comme celui des solutions en général, dépend de la nature et de la proportion du minéral qu'elles contiennent. **(James et Speight, 2020)**

Un autre aspect de la géochimie de l'eau est que la glace peut participer à la formation d'hydrates d'hydrocarbures (souvent appelés composés de clathrate ou hydrates de clathrate) avec une variété de dérivés d'hydrocarbures de faible poids moléculaire, tels que le méthane. dans ces composés, l'hydrocarbure est intégré dans un vaste réseau cristallin de glace. le plus notable d'entre eux est le clathrate de méthane ( $4\text{CH}_4 \cdot 23\text{H}_2\text{O}$ ) qui se trouve naturellement en grande quantité au fond de l'océan. **(James et Speight, 2019).**

### I.2.2.2 Chimie de coordination:

En chimie de coordination, un ligand est un ion ou une molécule qui se lie à un atome de métal central pour former un complexe de coordination. l'eau est typiquement un ligand monodentate, dans la mesure où elle ne forme qu'une seule liaison avec l'atome central. des exemples de ces complexes comprennent :  $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$  et l'acide perrhénique  $[\text{Re}_2\text{O}_7(\text{OH}_2)_2]$  qui contient deux molécules d'eau coordonnées à un centre de rhénium. dans les dérivés hydratés solides, l'eau peut être soit un ligand, soit simplement logée dans la charpente, soit les deux. les complexes métalliques aqueux sont des composés de coordination contenant des ions métalliques avec uniquement de l'eau comme ligand. **(Ogden et Beer, 2006).**

### I.2.2.3 Chimie organique:

L'eau est devenue un solvant polyvalent pour la chimie organique et est non seulement bénigne pour l'environnement, mais donne également une réactivité complètement nouvelle **(Li et Chen, 2006).**

Les types de réactions organiques dans l'eau comprennent (i) les réactions de carbanions, (ii) les réactions de carbocations et (iii) les réactions de radicaux. en fait, les réactions organiques aqueuses ont de larges applications telles que la synthèse de composés biologiques à partir de dérivés glucidiques et la modification chimique de biomolécules. en tant que base, l'eau réagit facilement avec les carbocations organiques ; par exemple dans une réaction d'hydratation, un groupe hydroxyle ( $\text{OH}^-$ )

## **Chapitre I..... généralité de l'eau**

---

et un proton acide ( $H^+$ ) sont ajoutés aux deux atomes de carbone liés ensemble dans la double liaison carbone-carbone, ce qui donne un alcool. lorsque l'ajout d'eau à une molécule organique coupe la molécule en deux, l'hydrolyse se produit.(**James et Speight, 2020**).

### **I.2.3 Propriétés mécaniques:**

#### **I.2.3.1 Les précipitations:**

Les précipitations dans un environnement non pollué fournissent une forme d'eau assez pure. cependant, aujourd'hui, les précipitations peuvent absorber des polluants dans l'environnement pour former des pluies acides. les précipitations peuvent également entraîner des particules fines qui étaient en suspension dans l'air. au fur et à mesure que les précipitations atteignent la surface, les gouttes de pluie sont susceptibles de tomber et d'être interceptées par divers types de végétation.(**Brusseau et al., 2019**).

#### **I.2.3.2 L'évaporation:**

L'évaporation de l'eau est un élément crucial du cycle hydrologique. le taux d'évaporation d'une masse d'eau ou d'une masse de sol est fonction de l'humidité relative, de la température et de la vitesse du vent. un sous-composant important de l'évaporation est la transpiration, le transport actif et l'évaporation de l'eau des plantes. les plantes transportent les nutriments dans une solution aqueuse, puis évacuent l'eau à travers leurs feuilles par évaporation. au fur et à mesure que l'eau s'évapore, elle laisse une quantité concentrée de composés qui étaient auparavant dissous dans cette eau. cela s'applique aux nutriments laissés dans les plantes, ainsi qu'aux polluants qui ont été introduits avec l'eau..(**Brusseau et al., 2019**).

#### **I.2.3.3 L'infiltration:**

Les précipitations qui atteignent la surface du sol s'infiltrent dans le sol ou ruissellent à la surface. les utilisations humaines de l'eau fournissent également d'énormes quantités d'eau sur les sols ou les structures artificielles qui peuvent soit s'infiltrer, soit contribuer au ruissellement. il s'agit d'une source majeure de polluants introduits dans l'environnement. le taux d'infiltration de l'eau dans le sol est une mesure importante utilisée pour déterminer comment les fondations et les systèmes



## **Chapitre I..... généralité de l'eau**

---

d'égouts sont conçus, comment l'eau d'irrigation doit être appliquée et comment les polluants peuvent migrer vers un approvisionnement en eau.(Brusseau *et al.*, 2019).

### **I.3. Composition de l'eau :**

La composition chimique de l'eau naturelle est généralement classée sous six rubriques :

- Principaux ions
- Gaz dissous
- Substances biogènes
- Micro-éléments
- Substances organiques
- Polluants

#### **I.3.1 Principaux ions:**

Les substances minérales contenues dans les eaux naturelles à l'état dissous (sous forme d'ions, d'ions complexes, de composés indissociés et de colloïdes) sont classiquement subdivisées en macro-composants et micro-composants. les macro-composants comprennent les ions dits principaux qui déterminent le type chimique de l'eau et représentent l'essentiel de la teneur minérale de l'eau naturelle.les microcomposants comprennent des substances n'apparaissant que dans certaines conditions et à de très faibles concentrations. une position intermédiaire est occupée par les ions d'hydrogène, d'azote, de phosphore et de silicium dissous dans l'eau.

La concentration de tous les minéraux est liée à deux facteurs principaux, l'abondance d'éléments chimiques dans la croûte terrestre et la solubilité de leurs composés. les principales anions contenues dans l'eau naturelle sont :Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>,et les cation principaux sont Ca<sup>+2</sup> , Na<sup>+</sup> , Mg<sup>+2</sup> et K<sup>+</sup>. (Nikanorov *et Brazhnikova*, 2009).

#### **I.3.2 Gaz dissous:**

Toutes les eaux naturelles contenant des gaz dissous mais elles diffèrent par leur origine.la composition des gaz liés aux processus d'échange entre l'eau et l'atmosphère dépend de leur contenu dans l'atmosphère. en termes d'abondance de gaz dans l'atmosphère terrestre, l'azote, l'oxygène, l'argon et le dioxyde de carbone

## **Chapitre I..... généralité de l'eau**

---

représentent 99% de la composition. ce sont les plus importants pour déterminer la composition de l'eau naturelle.

Les processus qui ont lieu dans les masses d'eau, y compris les processus biochimiques, nécessitent la présence d'oxygène, dioxyde de carbone, de méthane et, dans une moindre mesure, d'hydrogène sulfuré, d'ammoniac, d'hydrocarbures lourds et d'azote. les processus volcaniques et le dégazage du manteau terrestre fournissent un dioxyde de carbone ; méthane, ammoniac, sulfure d'hydrogène, hydrogène, chlorure d'hydrogène, gaz sulfureux et autres dans les eaux naturelles. certains autres gaz peuvent apparaître et se dissoudre dans l'eau à la suite d'une irradiation ultraviolette, de décharges orageuses et d'une pollution anthropique.(Nikanorov et Brazhnikova, 2009).

### **I.3.3 Les ions d'hydrogène:**

Dans la composition des eaux naturelles, les ions hydrogène occupent une place particulièrement importante, bien que leur teneur absolue par rapport aux autres ions soit très faible. les ions d'hydrogène sont toujours présents dans l'eau car ils apparaissent lors de la dissociation électrolytique de l'eau elle-même. la concentration des ions hydrogène dans la solution aqueuse est déterminée par le produit dit ionique de l'eau  $K_w = [H_3O^+][OH^-]$ .(Nikanorov et Brazhnikova, 2009).

### **I.3.4 Substances biogènes:**

Les substances liées par leur origine à l'activité vitale des organismes aquatiques, qui déterminent la possibilité de leur existence dans un plan d'eau, sont appelées biogènes. ceux-ci comprennent des composés de silicium, d'azote, de phosphore et de fer.

- a- le silicium est un composant constant des eaux naturelles. sa teneur dans les eaux naturelles par rapport à la composition totale en sel est faible (dans les eaux de surface terrestres jusqu'à 10-20 mg.l<sup>-1</sup>) en raison de la faible solubilité des minéraux silicates et de leur consommation par certains organismes.
- b- L'azote est présent dans les eaux naturelles sous la forme de divers composés inorganiques (ammonium, nitrite et nitrate) et organiques (acides aminés et protéines d'organismes). ceux-ci se présentent dans l'eau sous forme des substances en suspensions et colloïdales et de molécules dissoutes.

## Chapitre I..... généralité de l'eau

---

- c- La teneur en nitrates des masses d'eau est déterminée par l'équilibre entre leur apport et leur consommation par les plantes. la teneur en ions nitrites est faible (centièmes et millièmes de  $\text{mg.l}^{-1}$ ), et la teneur en ions nitrates est de dixièmes à des unités de  $\text{mg.l}^{-1}$
- d- le phosphore est présent dans les eaux sous forme de divers composés inorganiques et organiques à l'état dissous sous forme de substances en suspension et colloïdales. le phosphore, étant un élément anionogène, forme l'acide phosphoreux  $\text{H}_3\text{PO}_4$  de force neutre qui se dissocie en certaines formes dérivées, dont la relation est déterminée par la valeur du pH de l'eau.

### I.3.5 la matiere organique:

La composition chimique des eaux naturelles contient toujours, outre les substances minérales dissoutes et les gaz, un grand nombre de composés organiques divers à l'état dissous, en suspension et colloïdal, composés principalement de carbone, d'oxygène et d'hydrogène et également d'azote, de phosphore, de soufre, de potassium ,de calcium et d'autres éléments. l'origine des composés organiques est liée aux produits métaboliques des organismes vivants et aux substances formées lors de leur décomposition. divers acides irganiques (acétique, butyrique, etc.), glucides, protéines, acides aminés, ferments et autres composés se trouvent dans les eaux naturelles.(Nikanorov et Brazhnikova, 2009).

### I.3.6 micro-éléments:

Les éléments chimiques se trouvant dans les eaux naturelles à faible concentration font partie des micro-éléments. c'est numériquement le groupe le plus important. ils peuvent être subdivisés schématiquement en cations typiques ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$ ,  $\text{Sr}^{+2}$ ,  $\text{Ba}^+$  et autres), ions de métaux lourds ( $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Au}^+$ ,  $\text{PB}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ,  $\text{Co}^{+2}$  et autres), formateurs complexes atmosphériques et éléments radioactifs.(Nikanorov et Brazhnikova, 2009).

## I.4 L'importance de l'eau:

### I.4.1 L'eau dans notre corps:

L'eau joue de nombreux rôles importants dans notre corps. c'est la majeure partie de la plupart des cellules du corps (à l'exception des cellules graisseuses) et il amortit et lubrifie également le cerveau et les articulations. il transporte les nutriments et évacue les déchets des cellules du corps. il aide également à réguler la température

## **Chapitre I..... généralité de l'eau**

---

corporelle en redistribuant la chaleur des tissus actifs vers la peau et en refroidissant le corps par la transpiration. la majeure partie de l'eau dans le corps se trouve dans les cellules du corps (environ les deux tiers se trouvent dans l'espace intracellulaire), et le reste se trouve dans l'espace extracellulaire, qui se compose des espaces entre les cellules (l'espace interstitiel) et le plasma sanguin.

L'eau est le principal constituant du corps humain. il représente normalement environ 60 % du poids corporel chez les hommes adultes et est légèrement inférieur, environ 50 à 55 %, chez les femmes en raison de leur proportion plus élevée de graisse corporelle. les muscles et le cerveau sont composés d'environ 75 % d'eau, le sang et les reins d'environ 81 %, le foie d'environ 71 %, les os d'environ 22 % et le tissu adipeux d'environ 20 %. le corps a besoin de suffisamment d'eau pour survivre et fonctionner correctement. **(M.Z.Hossain, 2015).**

### **I.4.2 L'eau dans l'agriculture:**

La quantité d'eau nécessaire pour faire fonctionner une ferme est énorme. quand on pense à l'eau dans une ferme, on pense à l'arrosage des cultures ; mais la quantité d'eau nécessaire dans une ferme laitière est également énorme. les poulets, les cochons, les moutons et tous les autres animaux d'une ferme ont besoin d'eau potable pour rester en vie. la nourriture doit être cultivée pour qu'ils puissent manger. les cultures maraîchères et céréalières ont également besoin d'eau. l'eau est utilisée pour épandre des engrais, des herbicides et des pesticides, qui produisent un meilleur rendement des cultures, mais peuvent également contaminer l'eau. la plupart de l'eau utilisée dans les fermes est utilisée pour l'irrigation. des études montrent qu'en utilisant l'irrigation goutte à goutte, les agriculteurs peuvent conserver jusqu'à 60% de l'eau qu'il faudrait normalement pour irriguer leurs cultures en utilisant d'autres systèmes d'irrigation. **(M.Z.Hossain, 2015).**

### **L'eau les centrales hydroélectriques:**

L'eau est très utilisée dans les centrales hydroélectriques. les centrales hydroélectriques captent l'énergie cinétique des chutes d'eau pour produire de l'électricité. ils le font avec un barrage. le barrage force le niveau de l'eau à monter pour que l'eau ait plus de puissance en tombant. la force de l'eau qui tombe en appuyant sur les pales des turbines les fait tourner. es turbines en rotation transmettent l'énergie cinétique de l'eau qui tombe aux générateurs. les générateurs tournent

## Chapitre I..... généralité de l'eau

---

lorsque les turbines tournent en générant de l'électricité qui sera transmise sur les lignes électriques aux maisons et aux entreprises.(Meran et al., 2021).

### I.5 Cycle de l'eau:

Toute la quantité d'eau sur terre a été générée au cours des premiers âges terrestres par des volcans qui émettaient de la vapeur d'eau. actuellement, la quantité d'eau allouée aux océans, aux glaciers, à la glace polaire, aux eaux souterraines, aux lacs et aux rivières reste presque à un niveau constant.(Meran et al., 2021).

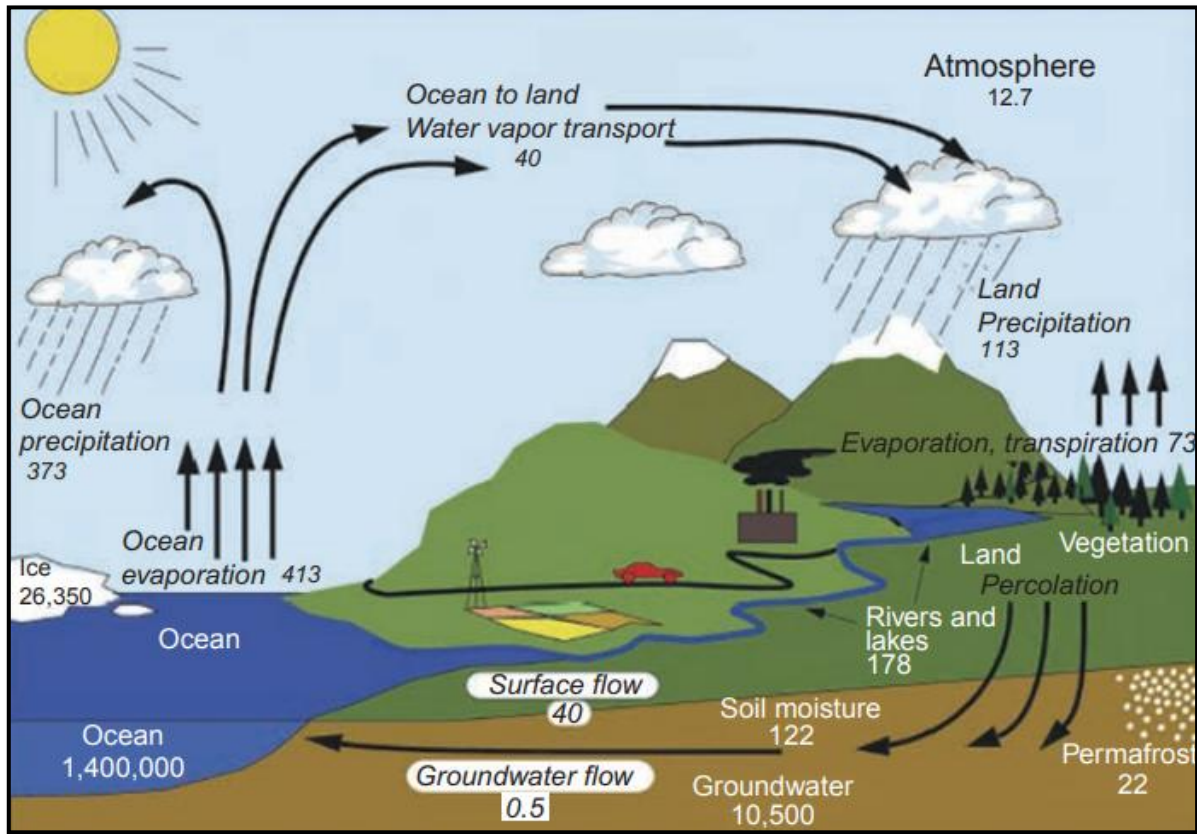
Le volume des réserves totales d'eau est d'environ 1 386 millions de km<sup>3</sup> (tableau I.1). la majeure partie de ces réserves d'eau (environ 96,5%) se trouve dans les océans sous forme d'eau salée et le volume total des stocks d'eau douce s'élève à 35 millions de km<sup>3</sup>, soit seulement 2,5 % du stock total de l'hydrosphère. une grande partie de l'eau douce (environ 24 millions de km<sup>3</sup> ou 68,7 % du stock d'eau douce) est stockée dans les régions de l'Arctique et de l'Antarctique sous forme de glace et de pergélisol. environ un tiers des réserves d'eau douce sont situées dans les aquifères sous forme d'eaux souterraines. les lacs et rivières d'eau douce, qui sont les sources les plus importantes pour les besoins humains en eau, contiennent en moyenne environ 90 000 km<sup>3</sup>, soit 0,26 % des réserves totales d'eau douce. l'eau atmosphérique sous forme de vapeur et de nuages a un volume d'environ 12 900 km<sup>3</sup>, soit 0,04 % des réserves totales d'eau douce. cette eau atmosphérique est d'une grande importance pour le cycle de l'eau malgré son faible volume.(Shiklomanov, 1990).

Les quantités d'eau dans le cycle hydrologique global sont si importantes qu'il est traditionnel de décrire les réservoirs et les transferts en unités de km<sup>3</sup> (Figure. 02). Chaque km<sup>3</sup> contient 1012 L et pèse 1015 g.(Schlesinger et Bernhardt, 2020).

Le flux d'eau dans le cycle de l'eau peut également être exprimé en unités de profondeur moyenne. par exemple, si toutes les précipitations sur terre étaient réparties uniformément sur la surface, chaque station météo enregistrerait une profondeur d'environ 700 mm/an. les unités de profondeur peuvent également être utilisées pour exprimer le ruissellement et l'évaporation. par exemple, l'évaporation annuelle des océans enlève l'équivalent de 1000 mm d'eau chaque année de la surface de la mer.(Schlesinger et Bernhardt, 2020).

## Chapitre I..... généralité de l'eau

**Figure 02 :** Le cycle hydrologique global, avec des bassins en unités de  $10^3 \text{ km}^3$  et des flux en  $10^3 \text{ km}^3/\text{an}$ . Modifié de (Trenberth et al, 2007). utilisé avec la permission de l'American Meteorological Society. (Schlesinger et Bernhardt, 2020).



**Tableau 01 :** Disponibilité de l'eau sur terre (Meran et al., 2021)

Source	Volume [ $10^3 \text{ km}^3$ ]	Pourcentage d'eau total [%]	Pourcentage d'eau douce [%]
<b>Réserves totales d'eau</b>	1,385,984	100	-
<b>Eau de mer totale</b>	1,338,000	96.5	-
<b>Eaux souterraines totales</b>	23,400	1.7	-
<b>Humidité du sol</b>	16,5	0.001	0.05
<b>Eau fraîche</b>	10,530	0.76	30.1
<b>La couverture de neige</b>	24,064	1.74	68.7
<b>Antarctique</b>	21,600	1.56	61.7
<b>Groenland</b>	2,340	0.17	6.68

## Chapitre I..... généralité de l'eau

<b>les arctiques</b>	83,5	0.006	0.24
<b>Régions montagneuses</b>	40,6	0.003	0.12
<b>Glace au sol/pergélisol</b>	300	0.022	0.86
<b>Réserves d'eau dans les lacs</b>	176,4	0.013	-
<b>Frais</b>	91	0.007	0.26
<b>Saline</b>	85,4	0.006	-
<b>L'eau des marais</b>	11,47	0.0008	0.03
<b>Débit de la rivière</b>	2,12	0.0002	0.006
<b>Eau biologique</b>	1,12	0.0001	0.003
<b>Eau atmosphérique</b>	12,9	0.001	0.04
<b>Réserves totales d'eau douce</b>	35,029	2.53	100

Le cycle de l'eau est le mouvement continu de l'eau sur, au-dessus et sous la surface de la terre. l'eau se déplace des océans vers l'atmosphère par évaporation, le processus par lequel l'eau passe d'un état liquide à un état gazeux. l'eau retourne à la surface du sol par la pluie et la neige ; il pénètre ensuite dans le sol ou s'écoule dans les ruisseaux et les rivières. finalement, l'eau retourne dans l'océan où le cycle recommence. au cours de son voyage, l'eau change d'état entre solide (glace), liquide (eau) et gaz (vapeur d'eau). le cycle de l'eau est plus formellement appelé cycle hydrologique.

### **I.5.1Évaporation et transpiration:**

L'évaporation se produit lorsque l'eau passe d'un liquide à un gaz. L'évaporation déplace l'eau de la terre, des océans, des lacs, des étangs et des rivières dans l'atmosphère. la majeure partie de l'eau de l'atmosphère s'évapore des océans. en fait, la Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace estime que la majorité de la vapeur d'eau dans l'atmosphère est fournie par les océans. plus de vapeur d'eau est présente à des altitudes plus basses qu'à des altitudes plus élevées dans l'atmosphère parce que la terre est la source de l'humidité. **(Bethea, 2011).**

L'évaporation des plantes s'appelle la transpiration. l'eau est puisée dans le sol par les racines d'une plante. il monte dans la plante et est libéré dans l'air par les pores

## **Chapitre I..... généralité de l'eau**

---

des feuilles de la plante. les scientifiques considèrent souvent l'évaporation et la transpiration ensemble, se référant à la somme comme l'évapotranspiration.

### **I.5.2Condensation:**

La condensation est le changement d'état de la vapeur d'eau (gaz) au liquide. Les nuages, le brouillard et la rosée sont les exemples les plus visibles de condensation dans la nature. la condensation est susceptible de se produire lorsque l'air se refroidit et lorsque les molécules de vapeur ralentissent. la température à laquelle la vapeur d'eau commence à se condenser est le point de rosée.

### **I.5.3Précipitation:**

Toute forme d'eau, solide ou liquide, qui tombe de l'atmosphère sur le sol est une précipitation, y compris la pluie, la neige, la grêle, le grésil ou même la pluie vierge qui s'évapore avant d'atteindre le sol. les précipitations sont le résultat final d'un certain nombre de processus, notamment l'évaporation de l'eau de la surface terrestre, la montée de l'air chaud, le refroidissement et l'expansion de l'air et la condensation en gouttelettes dans les nuages. les gouttelettes d'eau se rejoignent et tombent sous forme de pluie (précipitations) lorsqu'elles deviennent trop lourdes pour rester en suspension.(**Bethea, 2011**).

### **I.5.4L'infiltration:**

L'infiltration est le mouvement de l'eau de la surface de la terre vers le sol. beaucoup de gens croient à tort que l'eau s'accumule dans les lacs ou les cours d'eau souterrains, ce qui semble logique. dans les grottes, on peut voir l'eau couler librement dans les ruisseaux souterrains ; cependant, la réalité de ce réservoir souterrain est bien différente. ce n'est pas une grande piscine ou un étang souterrain ; au lieu de cela, c'est de l'eau qui remplit les fissures dans les roches et les espaces ouverts entre les sols et les roches souterraines.(**Bethea, 2011**).

### **I.5.5Ruissellement:**

La partie des précipitations qui s'écoule à la surface du sol et se retrouve dans les cours d'eau s'appelle le ruissellement. le type de couverture du sol et l'utilisation des terres affectent le ruissellement. bien que l'eau s'infilte dans les terres couvertes de végétation, elle ruisselle sur les trottoirs, les trottoirs et les toits. le ruissellement transporte l'excès d'eau de pluie vers les ruisseaux et les rivières, qui finissent par se déverser dans l'océan. dans les processus d'écoulement terrestre et fluvial, l'eau sculpte et façonne le paysage.(**Bethea, 2011**).



# Chapitre I..... généralité de l'eau

## I.5.6 Sublimation et dépôt:

L'eau peut passer de la glace (solide) à la vapeur d'eau (gaz) sans passer d'abord par la phase liquide. ce processus s'appelle la sublimation. cela se produit plus fréquemment dans des conditions de faible humidité et de vents secs. il est également plus fréquent en haute altitude avec une faible pression atmosphérique. par exemple, le vent Chinook est un vent chaud et sec qui souffle sur le versant est des montagnes Rocheuses.(Bethea, 2011).

## I.6 l'eau d'approvisionnement :

Quatre-vingt-dix-sept pour cent de l'eau sur terre est marine (eau salée),

tandis que seulement 3 % est de l'eau douce (Figure 03). en ce qui concerne l'eau douce, 79 % sont stockés dans les calottes glaciaires polaires et les glaciers de montagne, 20 % sont stockés dans les aquifères ou l'humidité du sol et 1 % sont des eaux de surface (principalement des lacs et des rivières).

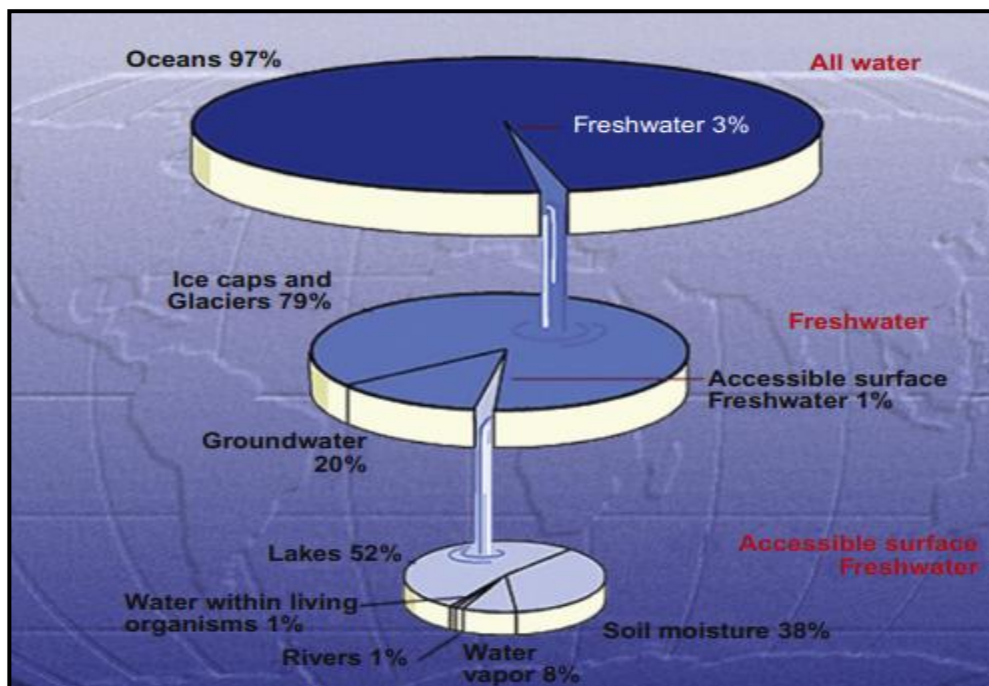


Figure 03 :Répartition de l'eau dans le monde.(Brusseau et al., 2019).

On estime que 110 000 km<sup>3</sup> de pluie, de neige et de glace tombent chaque année sur les surfaces terrestres, et c'est ce qui reconstitue les ressources en eau douce. Les effets possibles du changement climatique, combinés à l'augmentation continue

## **Chapitre I..... généralité de l'eau**

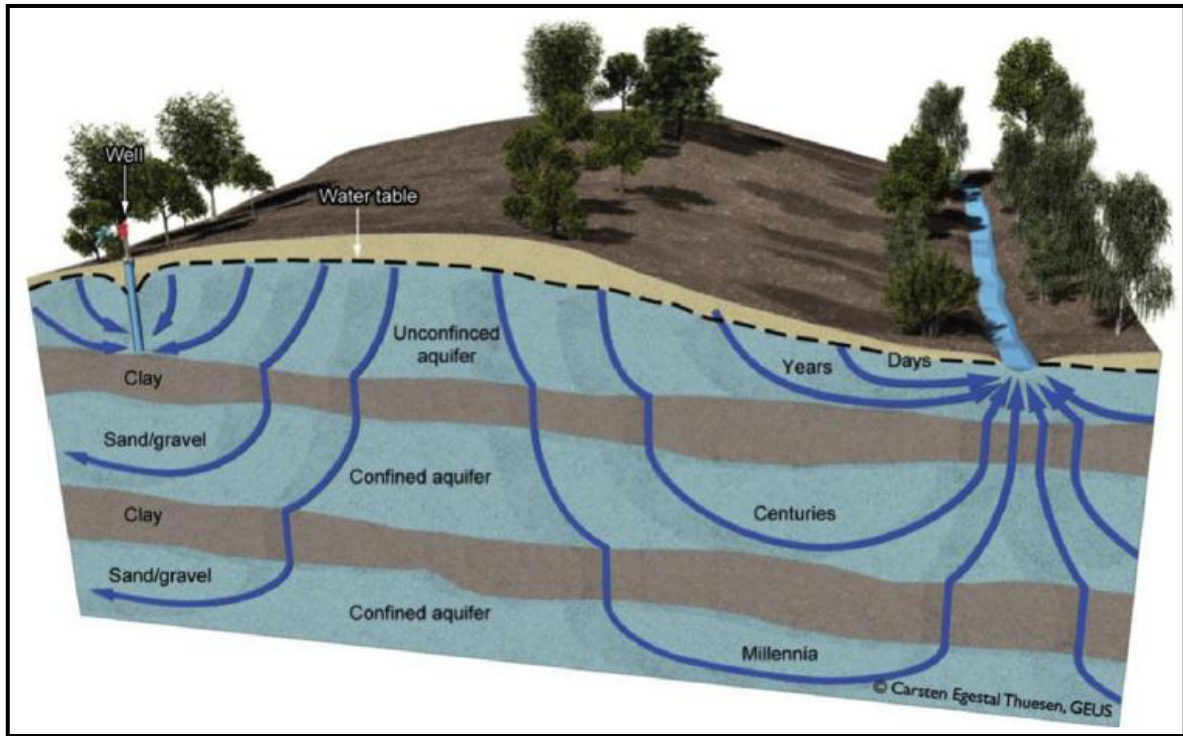
---

de la population humaine et au développement économique, suscitent des inquiétudes cruciales quant à la durabilité future des ressources en eau douce.(Brusseau et al., 2019).

### **I.6.1Eau de pluie:**

L'eau de pluie est la partie la plus importante de l'activité de l'eau douce sur terre. lorsque l'eau s'évapore de la surface des océans, elle perd la teneur en espèces ioniques et passe donc de l'eau de mer à l'eau douce. une sorte de processus de distillation a eu lieu. sur terre, l'eau douce peut s'évaporer des lacs et des ruisseaux ou se sublimer à partir de la neige. par conséquent, l'atmosphère a toujours une teneur en eau. cette eau participe à l'absorbance du rayonnement à ondes longues de la terre et joue ainsi un rôle dans l'effet de serre avec le dioxyde de carbone et d'autres gaz. Lorsque l'eau évaporée est condensée en nuages ou en aérosols en raison d'une diminution locale de la température, des gouttelettes d'eau peuvent se former et, en raison de la gravité, elles tomberont sous forme de pluie (précipitations).

Le sol contenant des eaux souterraines est divisé en zone saturée où tous les capillaires, pores et fissures sont remplis d'eau souterraine et la zone non saturée au-dessus de la zone saturée où l'eau n'est que partiellement présente en fonction de la quantité de pluie. l'interface entre les deux zones change de position en fonction des précipitations, de l'évaporation et du transport des eaux souterraines.



**Figure 04 :** Les eaux souterraines pénètrent dans le sol avec une perméabilité élevée et une partie pénètre même dans l'argile avec une faible perméabilité mais une porosité élevée et devient une partie des aquifères confinés où l'eau peut rester pendant des millénaires (Søgaard, 2014).

C'est ce qu'on appelle la nappe phréatique. L'eau souterraine peut rester dans l'aquifère pendant des jours, des années ou des millénaires selon sa possibilité de pénétrer dans le sol et les confinements (figure 04) .(Søgaard, 2014).

### **I.6.2 Eau de surface:**

L'eau de surface commence pour la plupart sous forme de précipitations et est un mélange de ruissellement de surface et d'eau souterraine. Il comprend de grandes rivières, des lacs et les petits ruisseaux des hautes terres qui peuvent partir de sources et recueillir les eaux de ruissellement des bassins versants. La quantité de ruissellement dépend d'innombrables variables, dont les plus vitales sont la quantité et la force des précipitations, l'atmosphère et la végétation, ainsi que la terre, la géologie et les caractéristiques géographiques de la région. La nature de l'eau de surface est représentée par sa teneur en êtres vivants et par les mesures de matières minérales et

## **Chapitre I..... généralité de l'eau**

---

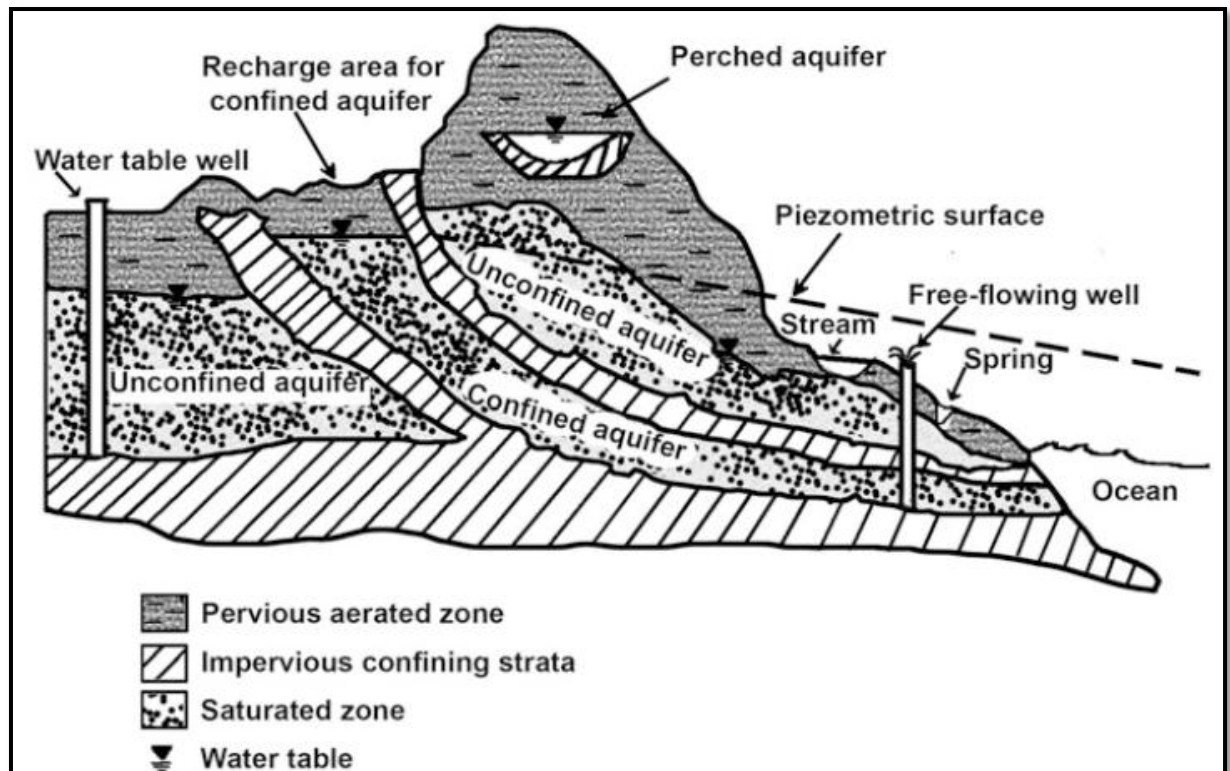
organiques qu'elle a pu acquérir. lorsque la pluie tombe dans l'environnement, elle purifie l'air et assimile l'oxygène et le dioxyde de carbone.

En ruisselant sur le sol, les eaux de surface accumulent des sédiments et des particules de matière organique, dont certaines vont enfin se dissoudre. il capte également plus de dioxyde de carbone de la végétation et des êtres vivants à plus petite échelle et des organismes microscopiques de la couche arable et de la matière en décomposition. dans les bassins versants habités, la contamination peut incorporer des matières fécales et des formes de vie pathogènes, ainsi que d'autres déchets humains et mécaniques qui n'ont pas été éliminés de manière appropriée. **(Senthil Kumar et Yaashikaa, 2019).**

### **I.6.3 Eau de souterraines:**

L'eau souterraine est l'eau qui remplit les espaces poreux et les fractures souterraines. les eaux souterraines sont présentes dans divers aménagements fonciers. Presque toutes les pierres de la partie supérieure de la couche extérieure de la terre, quelle que soit leur nature, ont des ouvertures appelées pores ou vides . **(Senthil Kumar et Yaashikaa, 2019).**

À une certaine profondeur sous la plupart des endroits sur terre, les sols et les roches sont saturés d'eau qui s'est infiltrée depuis la surface. ces formations géologiques saturées sont appelées aquifères, et le sommet de la formation saturée est connu sous le nom de nappe phréatique. il existe deux types d'aquifères, confinés et non confinés (Figure 05). le sommet d'un aquifère non confiné est ouvert à l'atmosphère à travers des vides dans les roches et les sols au-dessus ; un aquifère non confiné est appelé aquifère de nappe phréatique. l'eau d'un puits non pompé dans un aquifère libre se situe au niveau de la nappe phréatique. **(Boyd, 2015).**



**Figure 05** : Une section transversale de la surface de la terre illustrant différents types d'aquifères. (Boyd, 2015).

Dans un aquifère confiné, l'eau est emprisonnée entre deux couches de roche imperméables. la zone terrestre entre les affleurements des deux strates de confinement d'un aquifère confiné est la zone de recharge, car la pluie qui tombe ici peut s'infiltrer dans l'aquifère confiné. l'eau en tout point d'un aquifère confiné est sous pression (Figure 05) parce que les strates de confinement agissent comme un tuyau avec une extrémité plus haute que l'autre. la pression de l'eau est fonction de la différence d'altitude entre un point de l'aquifère et le niveau de la nappe phréatique sous la zone de recharge. l'eau se trouve souvent au-dessus de la strate de confinement supérieure lorsqu'un puits est foré à travers la strate de confinement supérieure dans un aquifère confiné. ce phénomène résulte du forage du puits libérant une pression sur l'aquifère permettant à l'eau de se dilater. c'est un cas où la légère compressibilité de l'eau joue un rôle important. (Boyd, 2015).

# **Chapitre I..... généralité de l'eau**

---

## **I.6.4 Océans, mers intérieures, zones côtières et estuaires:**

Les mers sont classées comme intérieures, marginales ou interinsulaires selon leur position géographique et leur degré d'isolement.(**Khublaryan, 2009**).

La composition chimique de l'eau de mer, en particulier dans les mers marginales et continentales, peut différer considérablement de celle de l'eau océanique. c'est parce qu'il est affecté par le ruissellement de la terre. un ruissellement abondant des rivières et des sources (eaux de surface et eaux souterraines) modifie considérablement la teneur en eau marine. la salinité de l'eau des océans et des mers marginales est également très affectée par l'évaporation. cependant la composition chimique de l'eau de mer est pratiquement constante (à l'exception des zones d'entrée d'eau fluviale).(Khublaryan, 2009).

L'eau de la zone côtière est très mélangée, étant affectée par les vagues et les courants qui les accompagnent. la limite marine de cette zone est déterminée par la vitesse des vagues près du fond et est limitée par des profondeurs égales à dix fois la hauteur des vagues.(Khublaryan, 2009).

Un estuaire est une zone d'eau côtière partiellement fermée librement reliée à l'océan, à l'intérieur de laquelle l'eau de mer est considérablement diluée par l'eau douce s'écoulant d'un bassin versant fluvial. ce sont des zones transitoires entre terre et mer. ils peuvent être subdivisés en estuaires de plaine côtière, fjords, vallées fluviales inondées (baie de Chesapeake), estuaires avec barrières côtières (Pamlico Sound), estuaires d'origine tectonique (golfe de San Francisco) et deltas. l'ensemble des estuaires est subdivisé en trois classes : « positif » où l'eau de mer est diluée par l'eau douce (ruissellement fluvial avec précipitations dépassant les pertes d'eau par évaporation) ; les estuaires « inversés » avec une salinité accrue, où les pertes par évaporation dépassent le débit et les précipitations ; et "neutre" où l'évaporation est entièrement compensée par le débit et les précipitations.(Khublaryan, 2009).

## **I.6.5 Eau du sol:**

Le terme "eau du sol" fait généralement référence à l'eau localisée dans l'espace poreux du sol (c'est-à-dire dans la partie superficielle du sol) sous forme d'humidité liquide (à la fois étroitement attachée aux particules squelettiques du sol et à l'eau capable de se déplacer librement à travers le profil du sol ), un composant solide sous forme de glace dans l'espace poreux du sol et de l'eau gazeuse sous forme d'air du sol.

## Chapitre I..... généralité de l'eau

---

La proportion d'eau du sol dans le volume total des eaux intérieures est très faible (0,06 pour cent). cependant, sa fonction géo- et biophysique sur la terre n'est pas moins importante que celle des eaux souterraines. cette fonction est liée au caractère limite du sol et de l'eau du sol. l'énergie du rayonnement solaire atteignant la terre et entraînant le système de circulation global est transformée en d'autres formes d'énergie dans une couche planétaire très mince, à la frontière entre l'atmosphère et la lithosphère. c'est là que les quatre composants de la biosphère interagissent : l'atmosphère, la partie supérieure de la lithosphère, l'hydrosphère et la matière vivante terrestre. (Khublaryan, 2009).

### I.6.6 Glaciers, icebergs et glace de sol:

La glace est le «minéral» le plus abondant sur terre. la masse totale de glace enfermée dans les glaciers, les icebergs, la glace de sol, la couverture de neige et l'atmosphère est de  $2,423 \times 10^{22}$  tonnes. la glace couvre plus de  $16,3 \times 10^6 \text{ km}^2$ , soit 11 % de la surface de la terre. le volume total de glace des glaciers modernes varie de  $26,8 \times 10^6 \text{ km}^3$  à  $30,3 \times 10^6 \text{ km}^3$ . si la couche de glace recouvrait uniformément la terre, son épaisseur serait d'environ 55 à 60 mètres.

Un glacier est une accumulation naturelle de glace en mouvement sur le sol, sous un bilan négatif de la phase solide de l'eau. les glaciers sont confinés aux endroits de la surface de la terre où les précipitations solides dépassent l'évaporation. la plupart des glaciers consistent en une zone d'alimentation, où la neige s'accumule et se transforme en névé et en glace, et une zone d'ablation, où la glace est perdue du glacier par fonte et évaporation. il existe deux principaux types de glaciers : montagneux (qui coule) et couvrant (qui s'étend). les types de glaciation en forme de filet et de piémont sont transitoires entre montagneux et couvrant.

Les glaciers de montagne occupent principalement des éléments négatifs du relief, formant des cirques (corrie), des vallées et d'autres types de glaciers ; la glace se déplace lentement vers le bas sous l'effet de la force gravitationnelle. dans de nombreuses régions sèches de la terre, les glaciers de montagne fournissent une part considérable de l'eau utilisée pour l'irrigation. les glaciers ne se trouvent qu'à proximité de la limite des neiges.(Khublaryan, 2009).

### **I.7 La contamination des sources de l'eau:**

#### **I.7.1 Définition:**

La pollution de l'eau est un terme qualitatif qui décrit la situation lorsque le niveau de contaminants empêche une utilisation de l'eau. il suffit d'une petite quantité de contaminant pollué une masse d'eau destinée à la consommation approvisionnement en eau.(Walker et al., 2019).

de plus, les ressources en eau douce existantes deviennent progressivement polluée et indisponible en raison d'activités humaines ou industrielles. la contamination croissante des systèmes d'eau douce avec des milliers de composés chimiques industriels et naturels est l'un des principaux problèmes environnementaux auxquels l'humanité est confrontée dans le monde.(Schwarzenbach et al., 2006).

La pollution de l'eau signifie des dommages et une corruption de sa qualité et un défaut dans son système, ce qui réduit sa capacité à effectuer son rôle naturel et lui fait perdre une grande partie de sa valeur économique, et provoque de nombreux dommages pour la santé et l'environnement lorsqu'il est utilisé.

L'eau est polluée par de nombreuses pollutions humaines, végétales, minérales, industrielles, ou des déchets chimiques .(Hadi Hassan Al-Taai, 2021).

#### **I.7.2 L'origine de la pollution d'eau:**

Un nombre croissant de contaminants pénètrent dans les approvisionnements en eau de l'industrialisation et de l'activité humaine comme les métaux lourds, les colorants ; médicaments ; pesticides, fluorure, phénols, insecticides, pesticides et détergents. dans le cas des produits pharmaceutiques, des produits de soins personnels, hormones, pesticides et autres composés chimiques libérés dans l'approvisionnement en eau..(Schwarzenbach et al., 2006).

Des risques sanitaires sans précédent arrivent à la lumière qui n'existait pas auparavant entraînant un besoin accru pour une législation supplémentaire.(Schwarzenbach et al., 2006).

De nombreux polluants de l'eau restent à aborder, en raison de l'industrialisation rapide de nouveaux composés chimiques sont continuellement développés et mis sur le marché et plus tôt ou plus tard, ils émergeront dans les systèmes aquatiques. de l'eau en plus micro-organismes pathogènes transmis sont omniprésents dans tout le monde. ces micro-organismes pathogènes pénètrent dans les cours d'eau par les eaux usées non traitées, les égouts pluviaux, les fosses septiques,



## Chapitre I..... généralité de l'eau

les eaux de ruissellement des fermes et de diverses industries, en particulier la tannerie et le conditionnement de la viande les industries. les principales sources de pollution de l'eau sont présentées à la figure 06.(Harikishore et Lee, 2012).

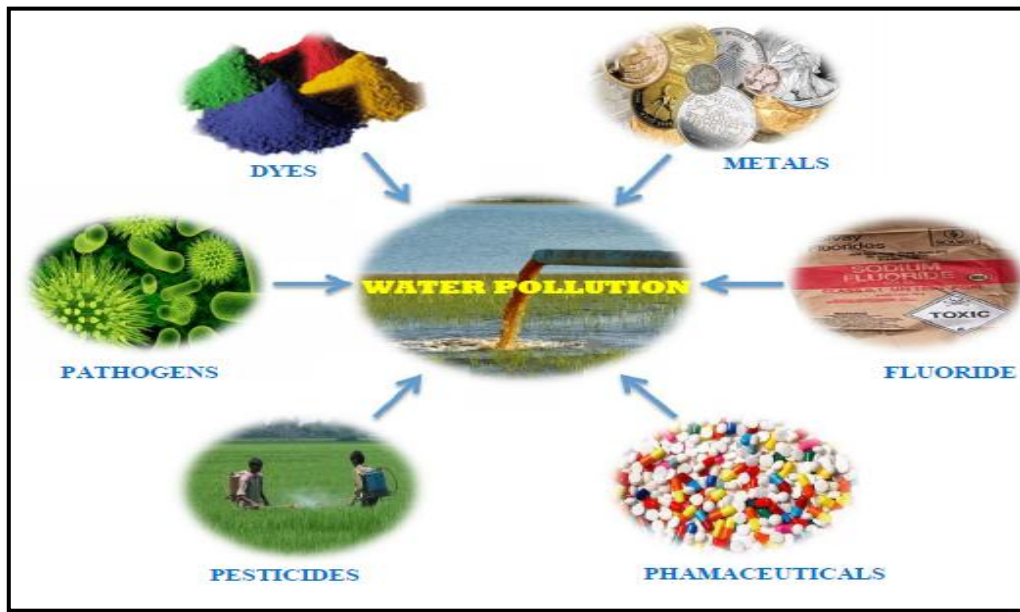


Figure 06 : Les principales sources de pollution de l'eau.(Harikishore et Lee, 2012).

### I.7.3 Le type de pollution:

L'eau est une ressource naturelle importante utilisée à des fins domestiques, industrielles, fins récréatives et agricoles par la société humaine. la qualité de l'eau est négativement affectée par la contamination de divers polluants. différents types de les polluants physiques, chimiques et biologiques proviennent de différentes sources et ils détériorent les qualités respectives de l'eau.(Christensen et al.,2015).

Tableau 02 : les types de pollution de l'eau (P. S. Kumar et Pavithra, 2018)

N°	Type	Nature de facteur pollué
01	Physique	Couleur, odeur, turbidité, goût, température et électricité conductivité
02	Chimique	Carbonates, sulfates, chlorures, fluorures, nitrates et ions métalliques qui constituent le total des solides dissous
03	Microbiologique	Bactéries, champignons, algues, protozoaires et virus

### I.7.3.1 Pollution physique:

Propriété physique de l'eau comprend la conductivité électrique, le total des solides dissous et les solides en suspension. (Christensen et al., 2015).

Les particules en suspension présentent des risques assez différents de ceux des aérosols. les particules inorganiques provoquent une augmentation de la turbidité de l'eau affectée, et les particules elles-mêmes peuvent causer des problèmes par la sédimentation qui peut remplir les lacs, les barrages, les réservoirs et les voies navigables.(Walworth et Pepper, 2019).

Les solides inorganiques contribuent au poids le plus important des polluants entrant dans les plans d'eau ; ils causent deux problèmes majeurs : la turbidité des particules en suspension et des sédiments accumulation lorsque les particules se déposent.la principale source de sédiments dans les masses d'eau est constituée de particules de sol érodées par les précipitations et le ruissellement. les gouttes de pluie qui tombent délogent les particules de sol et l'énergie de l'eau qui coule érode davantage la surface du sol et maintient les particules en suspension pendant le transport.(Boyd, 2015).

### I.7.3.2 Pollution chimique:

La propriété chimique est donnée par la composition de divers minéraux, la teneur en carbone, oxygène dissous, azote et phosphore.(Christensen et al., 2015).

## **Chapitre I..... généralité de l'eau**

Il existe trois catégories de base de contaminants chimiques : organiques, inorganiques et radioactifs. a leur tour, il existe plusieurs classes de contaminants dans chacune de ces catégories .(Brusseau et Artiola, 2019).

**Tableau 03 :** Exemples de matières organiques, inorganiques et contaminants chimiques radioactifs.(Brusseau et Artiola, 2019).

<b>Contaminants organiques</b>	<b>Contaminants inorganiques</b>	<b>Contaminants radioactifs</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrocarbures pétroliers (carburants) - Benzène, toluène, xylène, aromatiques polycycliques</li> <li>• Solvants chlorés-Trichloroéthène, tétrachloroéthène, trichloroéthane, tétrachlorure de carbone</li> <li>• Pesticides-DDT (dichloro-diphényl-trichloro-éthane), 2,4-D (acide 2,4 dichlorophénoxyacétique), atrazine</li> <li>• Biphénylespolychlorés (PCB) - fluides isolants, plastifiants, pigments</li> <li>• Goudron de houille/créosote Aromatiques polycycliques</li> <li>• Produits pharmaceutiques/additifs alimentaires/cosmétiques - Médicaments, surfactants, colorants</li> <li>• Composés gazeux- Chlorofluorocarbures (CFC), hydrochlorofluorocarbures (HCFC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• « Sels » inorganiques - Sodium, calcium, nitrate, sulfate</li> <li>• Métaux lourds/traces- Plomb, zinc, cadmium, mercure, arsenic</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Éléments solides- Uranium, strontium, cobalt, plutonium</li> <li>• Éléments gazeux-Radon</li> </ul>

## **Chapitre I..... généralité de l'eau**

### **I.7.3.3 Pollution microbiologique:**

La propriété biologique fait référence à la présence de divers types de microbes et d'agents pathogènes, en particulier les virus, les bactéries, les algues, les protozoaires, les nématodes, les insectes et leurs propagules. Les maladies d'origine hydrique sont toutes les maladies causées par la consommation d'eau polluée par des micro-organismes pathogènes. Il existe une variété de micro-organismes pathogènes qui peuvent causer divers types de maladies chez l'homme. (Singh et al., 2020).

Pollution de l'eau par des micro-organismes pathogènes d'origine humaine et les déchets animaux entraînent des risques pour la santé publique et écosystémique. (Goshu et al., 2021).

**Tableau 04 : Agents pathogènes d'origine hydrique et leurs maladies associées. (Singh et al., 2020).**

<b>Grouper</b>	<b>Agent pathogène</b>	<b>Maladies causes</b>	<b>Relatif Infectiosité</b>	<b>Résistance à désinfection</b>
<b>Virus</b>	Entérovirus (poliomyélite, écho,	Méningite, paralysie, éruption cutanée, fièvre, myocardite, maladie respiratoire et diarrhée	Haut	Modérer
	Hépatite A et E humaine Calicivirus	Hépatite infectieuse	Haut	Modérer
	Norwalk viruses, sapporo-like virus, rotavirus	Diarrhée/gastro-entérite	Haut	Modérer
	Astroviruses	Diarrhée	Haut	Modérer
	Adenovirus	Diarrhée (types 40 et 41), infections oculaires et maladies respiratoires	Haut	Modérer
	Reovirus	Respiratoire et entérique	Haut	Modérer
	Putative enteropathogens (coronavirus,	La relation causale n'est toujours pas prouvée	Haut	Modérer

## Chapitre I..... généralité de l'eau

	enterovirus, torovirus, parvovirus, and reovirus)			
Bactéries	<i>Salmonella</i>	Typhoïde et diarrhea	Meugler	Modérer
	<i>Shigella, Yersinia enterocolitica</i>	Diarrhée	Haut	Meugler
	<i>Campylobacter</i>	Diarrhée, principale cause des épidémies d'origine alimentaire	Modérer	Meugler
	<i>EscherichiacoliO157:H7and othercertainst rains</i>	Diarrhée sanglante (colite hémorragique) et insuffisance rénale (syndrome hémolytique et urémique) chez l'homme	Haut	Meugler
	<i>Legionellapneumophila</i>	Maladie du légionnaire (pneumonie purulente aiguë) et fièvre de Pontiac (une maladie non pulmonaire auto-limitative)	Modérer	Meugler
	<i>Pseudomonasaeruginosa</i>	Maladie pulmonaire, infection cutanée	Meugler	Meugler
	<i>Vibriocholerae</i>	Choléra	Meugler	Meugler
Protozoaires	<i>Naegleria</i>	Méningo-encéphalite amibienne	Modérer	Meugler
	<i>Entamoebahistolytica</i>	Dysenterie amibienne	Haut	Haut
	<i>Giardialamblia</i>	Giardiase (diarrhée chronique)	Haut	Haut
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	Cryptosporidiose (diarrhée aiguë, fatale pour les personnes immunodéprimées)	Haut	Haut
	<i>Cyclospora</i>	La diarrhea	Haut	Haut

## Chapitre I..... généralité de l'eau

	Microsporidia( <i>Enterocytozoon</i> spp., <i>Encephali</i> <i>tozoon</i> spp., <i>Sep</i> <i>tata</i> spp., <i>Pleistophora</i> spp. p., <i>Nosema</i> spp. )	Diarrhée chronique et dépérissement, maladies pulmonaires, oculaires, musculaires et rénales	Haut	Haut
	<i>Toxoplasma</i> <i>gondii</i>	Toxoplasmose	Haut	Haut
	<i>Acanthamoeba</i> spp. p.	Kératite, encéphalite	Haut	Meugler
Cyanobactéries	Microcystis , <i>Anabaena</i> , <i>Aphanizomenon</i>	Diarrhée par ingestion de toxines ; ces organismes produisent de la microcystine ; la toxine est impliquée dans les dommages au foie		
Helminthes	<i>Ascaris</i> <i>lumbricoides</i>	Ascariidiose		
	<i>Trichuris</i> <i>trichiura</i>	Trichuriose (trichocéphale)		
	<i>Taenia</i> <i>saginata</i>	Ténia du boeuf		
	<i>Schistosoma</i> <i>mansoni</i>	Schistosomiase (affectant le foie, la vessie et le gros intestin)		

### I.8 La contamination des sources de l'eau:

La contamination de l'eau peut être caractérisée comme la contamination des cours d'eau, des lacs, des océans, les eaux souterraines ou les mers par des substances nocives pour les êtres vivants. industrialisation et la surpopulation sont deux éléments nécessaires à la contamination de l'eau la contamination de l'eau se produit lorsque des matières indésirables pénètrent dans l'eau, changer sa nature et la rendre dangereuse pour le bien-être humain.(Bibi et al., 2016).

l'eau est une source remarquable de maladies. comme l'a noté le Santé mondiale internationale (OMS) 80 % des infections sont d'origine hydrique. Consommation d'eau dans différents nations ne respecte pas les principes de l'OMS.

3,1 % des décès sont dus au manque d'hygiène et la mauvaise qualité de l'eau. la libération des déversements de déchets résidentiels et modernes de les réservoirs d'eau, le déversement en mer, les déchets radioactifs et les effets climatiques sont importants raisons de la contamination de l'eau.(**Bibi et al., 2016**).

La libération des déversements de déchets résidentiels et modernes de les réservoirs d'eau, le déversement en mer, les déchets radioactifs et les effets climatiques sont importants raisons de la contamination de l'eau. les métaux lourds provenant du ruissellement et des déchets mécaniques peuvent s'accumulent dans les lacs et les cours d'eau, les rendant dangereux pour les personnes et les créatures.(**Bibi et al., 2016**).

### **I.9 Traitement des sources de l'eau:**

#### **I.9.1 Membrane:**

Une membrane est un matériau qui constitue une fine barrière capable de résister sélectivement au mouvement de divers constituants d'un fluide, permettant ainsi la séparation des constituants. différents systèmes de filtration membranaire tels que la microfiltration, l'ultrafiltration, la nano-filtration et l'osmose inverse sont utilisés dans le traitement de l'eau et des eaux usées.(**Mojiri et al., 2013**). L'élimination des contaminants organiques de l'eau potable par les procédés membranaires est fortement liée au type de membrane choisie. lors du choix d'une membrane appropriée, il est important de prendre en compte le seuil de poids moléculaire, qui est indiqué en daltons et indique le poids moléculaire d'un hypothétique soluté non chargé qui est rejeté à 90 % par la membrane (**Plakas et Karabelas, 2012**).

Les membranes ont l'inconvénient de nécessiter un prétraitement et une consommation d'énergie.(**Zazouli et Kalankesh, 2017**).

La nano-filtration (NF), en tant que technique de traitement de l'eau, est très efficace et tout aussi efficace pour éliminer différents types de contaminations (métaux lourds et ions, organiques, pathogènes, etc.). cette technique est capable de filtrer moléculairement les polluants de l'eau contaminée. l'efficacité de l'élimination des polluants est fonction de la taille des pores et des caractéristiques de charge de la nano-membrane.(**Punia et al., 2021**).

## I.9.2 Adsorption:

Balati et al., (2015) ont rapporté que l'adsorption est l'une des méthodes les plus simples, les plus efficaces, les plus rapides et les plus largement applicables parmi les différents types de technologies d'assainissement. l'adsorption peut être utilisée pour l'assainissement de divers polluants, y compris les composés organiques et les métaux lourds.

L'adsorption est un processus limité à la surface. dans le processus d'adsorption, les molécules d'un liquide gazeux ou d'un solide dissous adhèrent à n'importe quelle surface pour former une couche ou un film de molécules sur cette surface.les performances d'adsorption sont exprimées comme la quantité d'adsorbant adsorbé à l'équilibre qui est généralement mesurée à l'aide du bilan matière du système d'adsorption. la figure 07 résume quelques-uns des termes d'adsorption de base.(Punia et al., 2021).

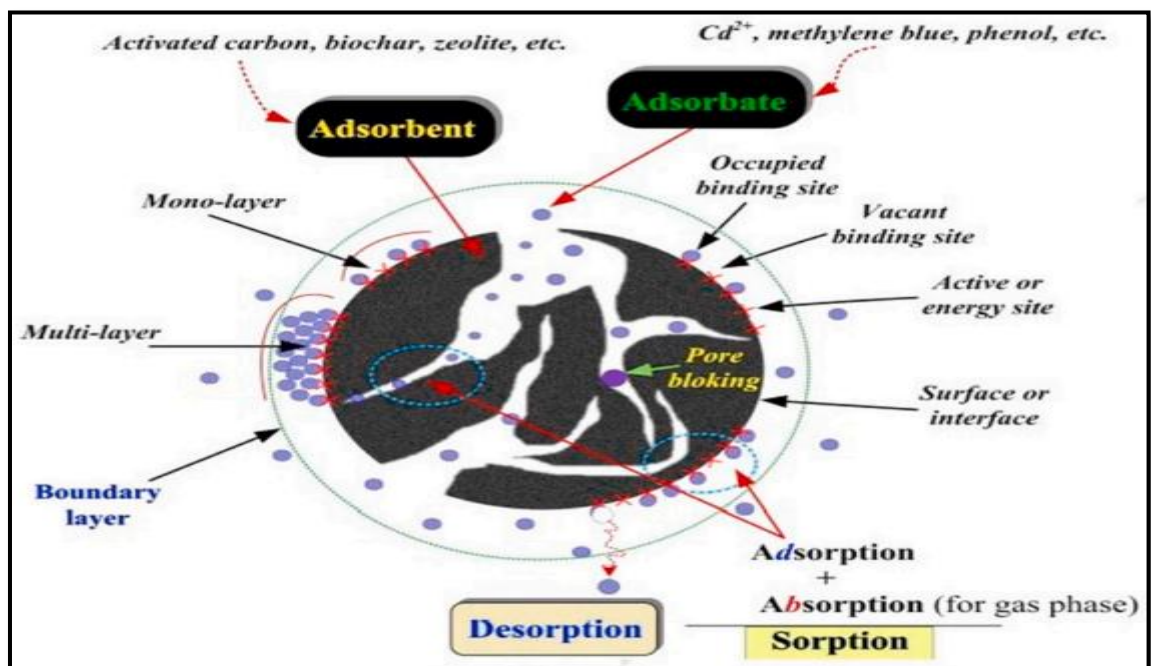


Figure 07 :Termes d'adsorption de base.(Punia et al., 2021).

## I.9.3 Procédés d'oxydation avancés:

Les procédés d'oxydation avancés (AOP) utilisant des combinaisons d'oxydants, de catalyseurs et d'irradiation ultraviolette pour générer des radicaux hydroxyles (OH•) dans des solutions ont suscité l'intérêt pour la dégradation de



## **Chapitre I..... généralité de l'eau**

---

composés organiques dangereux ou bioréfractaires dans les eaux usées .(**Badawy et al., 2006**).

Les contaminants organiques sont oxydés par les radicaux libres et minéralisés en eau, sels minéraux et dioxyde de carbone.

Plusieurs AOP (par exemple, le réactif de fenton, l'ozonation, l'oxydation électrochimique et les UV) qui ont été appliqués pour l'oxydation d'une diversité de contaminants sont connus pour transformer les composés parents en produits intermédiaires plus inoffensifs et biodégradables .(**Vagi et Petsas, 2017**).

Les AOP présentent certains inconvénients tels que la consommation d'énergie et les coûts de maintenance élevés. par exemple, les inconvénients du procédé photo fenton contiennent le besoin de valeurs de pH basses et d'élimination du catalyseur de fer après la fin de la réaction.(**Machulek et al., 2012**).

### **I.9.4 Coagulation:**

La coagulation est appliquée pour l'abattement des suspensions colloïdales et pour diminuer la teneur en composés organiques. la coagulation assistée par précipitation chimique est fréquemment appliquée dans les technologies à haute efficacité pour le traitement de l'eau et des eaux usées.(**Smol et Wlodarczyk-Makula, 2017**). dans des études antérieures, plusieurs coagulants dont des sels inorganiques (alun, chlorure d'aluminium, chlorure ferrique et sulfate ferrique), des coagulants polymériques (chlorure de polyaluminium, chlorure polyferrique, sulfate polyferrique), des polyélectrolytes organiques (chlorure de polydiallyldiméthylammonium, polyacrylamides anioniques) et des composés inorganiques-organiques coagulants ont été appliqués .(**Matilainena et al., 2010**).

Les principaux inconvénients de l'application de la solution de coagulation au traitement des eaux usées sont les problèmes associés aux boues hautement putrescibles formées et les coûts d'exploitation élevés de l'ajout de produits chimiques (**IWA, 2016**).

### **I.9.5 Méthodes de traitement combinées:**

Les méthodes physico-chimiques et biologiques intégrées, telles que l'utilisation d'un oxydant puissant et des méthodes d'adsorption ou membranaires, ont donné des résultats prometteurs pour une solubilisation et une dégradation efficaces et une élimination complète de nombreux polluants de poids moléculaire élevé tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).(Yerushalmi et al., 2006).

L'élimination des HAP (de 50 % à 100) des eaux usées par des bioréacteurs à membrane a été rapportée.(**González et al., 2012**).

et il a été démontré que les HAP de faible poids moléculaire sont plus facilement éliminés que les HAP de haut poids moléculaire. de plus, une élimination de 94,1 % à 100 % des HAP (ACE, ACY, ANT, FL, FLU, NAP et PHE) des eaux usées a été signalée en utilisant l'électrocoagulation intégrée et l'osmose inverse à basse pression .(**Gong et al., 2017**).

### **I.9.6 Nano-photocatalyseurs:**

Le procédé photo-catalytique à semi-conducteurs présente un énorme potentiel en tant que technologie durable de traitement de l'eau, car il est écologique et économique, sans les tracas d'un polluant secondaire provenant du traitement de l'eau contaminée. ce processus est largement utilisé pour abolir les composés organiques perpétuels et les microbes. les catalyseurs semi-conducteurs tels que TiO<sub>2</sub>, ZnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CdS, GaP, etc. sont capables de convertir une large gamme de contaminants organiques réfractaires en composés biodégradables.(**Punia et al., 2021**).

### **I.9.7 Nanoparticules magnétiques:**

La pollution de l'eau augmente considérablement de jour en jour et pour faire face à ce grave problème, de nombreuses études sont en cours. l'adsorption est considérée comme l'une des meilleures méthodes pour éliminer les métaux lourds de l'eau polluée. les nano-adsorbants magnétiques sont préférés aux autres adsorbants classiques en raison de leur surface plus élevée et de leur capacité de séparation facile et rapide. les nanoparticules magnétiques/nano-adsorbants/nano-composites, constitués de noyaux magnétiques et de coques inorganiques et organiques sont capables de fournir une réponse magnétique élevée et des groupes fonctionnels appropriés qui peuvent également protéger l'accumulation.(**Punia et al., 2021**).

***CHAPITER II :***  
***CARACTERISTIQUE***  
***PHYSICO-CHIMIQUE ET***  
***MICROBIOLOGIE***

### **Caractéristique physico-chimique et microbiologie ( qualité de l'eau.).**

#### **II.1 Qualité organoleptique:**

Les propriétés sensorielles des eaux impliquent celles qui affectent les sens humains, notamment le goût, l'odeur, l'apparence et le toucher. parmi ces caractéristiques, le goût, l'odeur et la couleur sont importantes.

##### **II.1.1 Couleur:**

La couleur de l'eau est un indicateur physique de la pureté des eaux de surface et souterraines. elle est causée par des substances solubles et insolubles (turbidité dans ce dernier cas). les eaux naturelles pures sont généralement incolores ou bleu azur en couches épaisses.(Tölgyessy, 1993).

L'intensité de la couleur bleue augmente avec la diminution de la quantité de petites matières en suspension présentes dans l'eau. la présence de substances finement divisées provoque le passage du bleu au vert. la couleur verdâtre de l'eau est également causée par la présence de sels de calcium et la couleur presque verte de certains lacs est due à la forme du fond. les couleurs jaunes à brunes des eaux de surface sont causées par des substances humiques (du sol) et des composés de fer trivalent. certains micro-organismes donnent naissance à une teinte caractéristique. Les eaux usées ont différentes nuances selon la source.(Tölgyessy, 1993).

##### **II.1.2 Odeur:**

L'odeur de l'eau est causée par des substances volatiles présentes dans l'eau qui sont perçues par l'odorat. les sources d'odeur sont d'origine primaire ou secondaire.(Tölgyessy, 1993).

###### **II.1.2.1 Les sources primaires sont les suivantes :**

- Ceux qui forment une fraction naturelle de l'eau (par exemple le sulfure d'hydrogène)
- Ceux d'origine biologique (formés par l'activité vitale ou l'extinction de plantes, algues, bactéries, actinomycètes, champignons, champignons et protozoaires)
- Ceux contenus dans les eaux usées et les eaux usées industrielles.

**II.1.2.2 Des sources secondaires d'odeurs** peuvent être produites lors de son traitement technologique. par exemple, lors de la chloration de l'eau en présence de phénols, une odeur typique de chlore-phénolique est générée. les catégories d'odeurs

## Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie

désagréables couramment rencontrées dans l'eau sont répertoriées dans le tableau suivant. (Tölgyessy, 1993).

**Tableau 01** : Catégories d'odeurs désagréables couramment rencontrées dans l'eau

Composant	Formule typique	Qualité descriptive
Amines	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{NH}_2$	De poisson
Ammoniac	$\text{NH}_3$	Ammoniaque
Diamines	$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_n\text{NH}_2$	Chair pourrie
Sulfure d'hydrogène	$\text{H}_2\text{S}$	Œuf pourri
mercaptans	$\text{CH}_3\text{SH}; \text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{SH}$	Skunksecreti
Sulfures organiques	$(\text{CH}_3)_2\text{S}; \text{CH}_3\text{SSCH}_3$	Chou pourri
Scatole	$\text{C}_8\text{H}_5\text{NHCH}_3$	Fécal

### II.1.3 Goût et saveur.

Le goût de l'eau est influencé par des substances introduites naturellement dans l'eau ou par la pollution.

Le goût de l'eau est fortement influencé par les quantités de fer, de manganèse, de magnésium, de calcium, de zinc, de cuivre, de chlorures, de sulfates, d'hydrogénocarbonates, de dioxyde de carbone, etc. une quantité appropriée de sels et la présence de dioxyde de carbone libre donnent à l'eau un goût rafraîchissant. une teneur plus élevée en certains sels a des effets défavorables (par exemple, des quantités plus élevées de composés de fer ou de manganèse aggravent considérablement le goût de l'eau ; les eaux à forte teneur en magnésium et en sulfates sont amère). le meilleur pH pour l'eau potable est de 6-7. les valeurs de pH supérieures à 8 provoquent un goût alcalin et savonneux.

Les concentrations seuils des goûts des substances organiques sont dans de nombreux cas inférieures à leurs concentrations maximales admissibles du point de vue de la toxicité. les concentrations seuils du goût de certaines substances organiques sont présentées dans le tableau 02.(Tölgyessy, 1993).

## Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie

**Tableau 02 :** Concentrations seuils du goût de certaines substances dans l'eau en mg. L<sup>-1</sup>

Composé	C <sub>m</sub>	Composé	C <sub>m</sub>
Nitrochlorobenzene	0.05	Alcool amylique	0.10
Methylstyrene	0.09	Alcool octylique	0.24
Ethylbenzene	0.10	Chlorocyclohexane	0.20
Styrene	0.80	Acide 2,4-dichlorophénoxyacétique	1.00
		Thiophos (pesticide)	0.08

**C<sub>m</sub>:** Concentration massique en mg. L<sup>-1</sup>.

### II.2 Qualité physico-chimique:

Il est très essentiel et important de tester l'eau avant de l'utiliser à des fins potables, domestiques, agricoles ou industrielles. l'eau doit être testée avec différents paramètres physico-chimiques. la sélection des paramètres pour le test de l'eau dépend uniquement de la raison pour laquelle nous allons utiliser cette eau et de la mesure dans laquelle nous avons besoin de sa qualité et de sa pureté.

L'eau contient différents types d'impuretés flottantes, dissoutes, en suspension et microbiologiques ainsi que bactériologiques. certains tests physiques doivent être effectués pour tester son apparence physique, tels que la température, la couleur, l'odeur, le pH, la turbidité, le TDS, etc., tandis que des tests chimiques doivent être effectués pour sa DBO(demande biochimique en oxygène), DCO(demande chimique en oxygène), l'oxygène dissous, l'alcalinité, la dureté et d'autres caractères(doivent être mis en place, nous les détaillerons page 16). pour obtenir de plus en plus d'eau de qualité et de pureté, elle doit être testée pour sa teneur en métaux traces, en métaux lourds et en résidus organiques, c'est-à-dire de pesticides. il est évident que l'eau potable doit réussir l'ensemble de ces tests et qu'elle doit contenir la quantité requise de niveau de minéraux.

## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

---

Ce n'est que dans les pays développés que tous ces critères sont strictement contrôlés. en raison de la très faible concentration de métaux lourds et d'impuretés pesticides organiques présentes dans l'eau, des instruments analytiques hautement sophistiqués et une main-d'œuvre bien formée sont nécessaires. suite à différents paramètres physico-chimiques sont testés régulièrement pour le suivi de la qualité de l'eau.(Patil *et al.*, 2012).

### **II.2.1 Qualité physique:**

#### **A) Température:**

Les températures atmosphériques et de surface de l'eau sont des facteurs environnementaux importants. pendant l'été, le rayonnement solaire et le ciel clair augmentent la température atmosphérique alors qu'à la mousson, les précipitations et le ciel nuageux réduisent la température atmosphérique et par conséquent la température de l'eau tombe au minimum. la température est fondamentalement importante pour son effet sur certaines réactions chimiques et biologiques qui se produisent dans l'eau et dans les organismes et dans les milieux aquatiques. cela dépendra de la saison, du moment de l'échantillonnage et de la température atmosphérique ambiante, etc.( Kumar *et Prabhakar*, 2012).

La température était fondamentalement importante pour ses effets sur la chimie et les activités biologiques des organismes dans l'eau. la température était connue pour influencer la détermination d'autres facteurs tels que le pH, la conductivité, les gaz dissous et diverses formes d'alcalinité. certains des facteurs qui affectent la température de l'eau sont l'échange de chaleur à la surface de la terre sous un rayonnement contrôlé entrant et sortant, le mouvement des eaux souterraines et les processus chimiques et thermonucléaires se produisant dans les aquifères.(Pandey,2006).

#### **B) Potentiel d'hydrogène:**

Le pH est le plus important pour déterminer la nature corrosive de l'eau. plus la valeur du pH est basse, plus la nature corrosive de l'eau est élevée. le pH était positivement corrélé avec la conductance électrique et l'alcalinité totale. le taux réduit d'activité photosynthétique l'assimilation du dioxyde de carbone et des bicarbonates qui sont finalement responsables de l'augmentation du pH, les faibles valeurs d'oxygène ont coïncidé avec des températures élevées pendant le mois d'été. divers facteurs provoquent des modifications du pH de l'eau. les valeurs de pH plus élevées

## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

---

observées suggèrent que le dioxyde de carbone et l'équilibre carbonate-bicarbonate sont davantage affectés en raison du changement de l'état physico-chimique.(**Navneet et al.,2010**).

### **C )Conductivité électrique:**

La conductivité montre une corrélation significative avec dix paramètres tels que la température, le pH, l'alcalinité, la dureté totale, le calcium, les solides totaux, les solides dissous totaux, la demande chimique en oxygène, la concentration en chlorure et en fer de l'eau. (**Navneet et al.,2010**).

ont suggéré que la qualité de l'eau potable souterraine de la zone d'étude peut être vérifiée efficacement en contrôlant la conductivité de l'eau et cela peut également être appliqué à la gestion de la qualité de l'eau d'autres zones d'étude. elle est mesurée à l'aide d'un ECmètre qui mesure la résistance offerte par l'eau entre deux électrodes platinées. l'instrument est standardisé avec des valeurs connues de conductance observées avec une solution standard de KCl.(**Patil et al., 2012**).

### **D) Turbidité:**

La turbidité est une détermination optique de la clarté de l'eau. l'eau trouble apparaîtra trouble, trouble ou autrement colorée, affectant l'aspect physique de l'eau. Les solides en suspension et les matières colorées dissoutes réduisent la clarté de l'eau en créant une apparence opaque, trouble ou boueuse. les mesures de turbidité sont souvent utilisées comme indicateur de la qualité de l'eau en fonction de la clarté et de l'estimation du total des solides en suspension dans l'eau.

La turbidité de l'eau est basée sur la quantité de lumière diffusée par les particules dans la colonne d'eau. plus il y a de particules présentes, plus il y a de lumière diffusée. ainsi, la turbidité et le total des solides en suspension sont liés. Cependant, la turbidité n'est pas une mesure directe du total des matières en suspension dans l'eau.

Au lieu de cela, en tant que mesure de clarté relative, la turbidité est souvent utilisée pour indiquer des changements dans la concentration totale de solides en suspension dans l'eau sans fournir une mesure exacte des solides.(**Li et Liu, 2019**).

### **E) L'oxygène dissous:**

L'oxygène dissous (OD) est un indice des processus physiques et biologiques dans l'eau et l'un des paramètres les plus importants pour évaluer la qualité de l'eau (**Abubacker et Mehala, 2017**).



## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

L'épuisement de l'OD dans l'eau est un exemple d'effet grave des déchets textiles puisqu'il est essentiel à la vie marine.(**Kant, 2012**).l'oxygène est nécessaire aux organismes vivants car ils oxydent les déchets pour obtenir de l'énergie pour leur croissance. par conséquent, le contrôle de l'oxygène est nécessaire pour le traitement secondaire ou biologique des eaux usées. (**Abu Bakar et al., 2020**).

Selon Kale, les niveaux d'OD varient en fonction de facteurs tels que la température de l'eau, l'heure de la journée, la saison, la profondeur, l'altitude et le débit. les bactéries ou les animaux aquatiques pourraient surpeupler en utilisant une forte concentration d'OD dans la zone voisine. les effluents textiles non traités peuvent contaminer les eaux souterraines et les masses d'eau, réduire l'oxygène dissous dans l'eau et affecter les écosystèmes aquatiques, ce qui peut indirectement provoquer des changements climatiques.(**Abu Bakar et al., 2020**).

### **F) Salinité:**

La valeur EC(électro-conductivité) indique la présence de plus de sels dans l'eau de la rivière, la valeur EC est une bonne mesure de la différence relative de qualité de l'eau entre les différents aquifères. elle est liée à la teneur en TDS et sa valeur augmente avec l'augmentation du degré de pollution MP. (**Kumar et Prabhakar, 2012**).

**Tableau 03 : Plage de salinité de différentes sources d'eau, ppm ou parties par mille (Li et Liu, 2019)**

Source d'eau	Plage de salinité
L'eau fraîche	<0.5% (PPM ou parties par millier)
Eau saumâtre	0.5–30%
Eau de mer	33–37%
Eau sale	30–50%

### **G )Matière en suspension (MES):**

Le TDS (Total Dissolved Solids) est une mesure du total des substances organiques et inorganiques contenues dans les formes moléculaires, ionisées ou en suspension dans l'eau. (**Chockalingam et al., 2019**).

## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

---

Selon (Patel et Vashi), les TDS se forment en raison des produits chimiques utilisés et de la présence de substances organiques et inorganiques solubles dans les unités de traitement. ces substances dangereuses et nocives dans le TDS, en particulier les métaux lourds (par exemple, le zinc, le cuivre, le chrome, le nickel, le cadmium, etc.), ont de fortes toxicités biologiques, causant de graves troubles environnementaux et des dommages aux humains et à la faune.(Wang et *al.*, 2019).

### **H) Matières solides(MS):**

Le terme solide en suspension (MS) fait référence à la masse (mg) ou à la concentration (mg L<sup>-1</sup>) de matière inorganique et organique, qui est retenue dans la colonne d'eau d'un ruisseau, d'une rivière, d'un lac ou d'un réservoir par turbulence. Les MES sont généralement composées de particules fines d'un diamètre inférieur à 62 µm, bien que pour la majorité des solides cohésifs, la recherche ait démontré que le transport se produit fréquemment sous la forme de floes agrégés plus gros.

L'effet des MS sur le biote aquatique dépend de plusieurs facteurs clés, notamment : (1) la concentration de MS, (2) la durée d'exposition aux concentrations de MS, (3) la composition chimique des SS et (4) la particule -répartition granulométrique des MS.(Bilotta et Brazier, 2008).

## Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie

**Tableau 04: Résumé des données sur les effets de diverses concentrations et durées d'exposition aux solides en suspension sur le périphyton et les macrophytes (Bilotta et Brazier, 2008)**

Organisme	MS concentration( mgL <sup>-1</sup> )	Durée ou exposition(h)	Effet sur l'organisme	Pays d'études
<i>Periphyton and macrophytes</i>				
Macrophytes et algues	8mgL <sup>-1</sup>	–	3–13% réduction de la productivité primaire	United States
Phytoplancton	10mgL <sup>-1</sup>	1344	40% réduction de la biomasse galgalique	New Zealand
Macrophytes et algues	40mgL <sup>-1</sup>	–	13–50% réduction de la productivité primaire	United States
Mousse aquatique	100mgL <sup>-1</sup>	504	Dégâts abrasifs importants sur les feuilles	Wales
Périphyton	100mgL <sup>-1</sup>	–	Croissance stimulée et longueur des filaments (vitesses à faible débit)	United States
Macrophytes et algues	200mgL <sup>-1</sup>	–	50% réduction de la production primaire	United States
Périphyton	200mgL <sup>-1</sup>	–	Réduction significative de la biomasse et de la longueur des filaments	United States
Mousse aquatique	500mgL <sup>-1</sup>	168	Dégâts abrasifs importants sur les feuilles	Wales
Macrophytes et algues	2100mgL <sup>-1</sup>	–	Pas de production primaire	United States
Périphyton	0–6500mgL <sup>-1</sup>	–	Dégâts abrasifs et biomasse réduite	New Zealand

## Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie

**Tableau 05: Résumé des données sur les effets de diverses concentrations et durées d'exposition aux solides en suspension sur les invertébrés (Bilotta et Brazier, 2008)**

Organisme	SS concentration(mg L <sup>-1</sup> ou NTU)	Durée d'exposition(h )	Effet sur l'organisme	Pays d'étude
<i>Invertébrés</i>				
<b>Invertébrés benthiques</b>	8mgL <sup>-1</sup>	2.5	Augmentation du taux de dérive	<b>Canada</b>
<b>Invertébrés</b>	8–177mgL <sup>-1</sup>	1344	Réduction de la densité des invertébrés de 26 %	<b>New Zealand</b>
<b>Invertébrés benthiques</b>	62mgL <sup>-1</sup>	2400	77% réduction de la taille de la population	<b>United States</b>
<b>Invertébrés des cours d'eau</b>	130mgL <sup>-1</sup>	8760	40% réduction de la diversité des espèces	<b>England</b>
<b>Macro-invertébrés</b>	133mgL <sup>-1</sup>	1.5	Invertébrés dérivants multipliés par sept	<b>Australia</b>
<b>Cladocères</b>	82–392mgL <sup>-1</sup>	72	Survie et reproduction compromises	<b>United States</b>
<b>Invertébrés</b>	Pulses	456	Abondance et richesse réduites	<b>Canada</b>
<b>Cladocères et Copépodes</b>	300–500mgL <sup>-1</sup>	72	Branchies et intestins bouchés	<b>Germany</b>
<b>Chironomides</b>	300mgL <sup>-1</sup>	2016	90% diminution de la taille de la population	<b>United States</b>
<b>Invertébrés benthiques</b>	743mgL <sup>-1</sup>	2400	85% réduction de la taille de la population	<b>United States</b>
<b>Éphémère (leptoplébiide)</b>	1000NTU	336	Aucune augmentation de la mortalité	<b>New Zealand</b>
<b>Invertébrés</b>	20,000NTU	24	Aucune augmentation de	<b>NewZealan</b>

## Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie

			la mortalité	<b>d</b>
<b>Invertébrés</b>	<b>25,000mgL<sup>-1</sup></b>	<b>8760</b>	<b>Réduction ou élimination des populations</b>	<b>England</b>

### **D) Résidu sec:**

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l.(Hamed et al., 2012).

## **II.2.2 Qualité chimique:**

### **A) L'ammoniaque:**

(NH<sub>3</sub>) est une substance toxique commune dérivée des déchets, des engrais et des processus naturels. l'azote ammoniacal comprend à la fois la forme ionisée (ammonium, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et la forme non ionisée (ammoniaque, NH<sub>3</sub>). une augmentation du pH favorise la formation de la forme non ionisée plus toxique (NH<sub>3</sub>), tandis qu'une diminution favorise la forme ionisée (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). la température affecte également la toxicité de l'ammoniaque pour la vie aquatique

L'ammoniaque dans les sédiments résulte généralement de la décomposition bactérienne de la matière organique naturelle et anthropique qui s'accumule dans les sédiments. le microbiote sédimentaire minéralise l'azote organique ou (moins fréquemment) produit de l'ammoniac par réduction dissimilatoire des nitrates. L'ammoniaque est particulièrement répandu dans les sédiments anoxiques parce que la nitrification (l'oxydation de l'ammoniaque en nitrite [NO<sub>2</sub>] et en nitrate [NO<sub>3</sub>]) est inhibée. l'ammoniaque généré dans les sédiments peut être toxique pour le biote benthique ou des eaux de surface.(Li et Liu, 2019).

### **B) Nitrates et Nitrites:**

L'azote est l'un des principaux facteurs d'eutrophisation de l'eau ; il peut être divisé en azote organique et en azote inorganique. parmi eux, l'azote nitrique et l'azote nitrite sont les formes d'azote inorganique que l'on trouve largement dans l'eau. ils sont principalement causés par l'utilisation excessive d'engrais agricoles et le rejet d'eaux usées provenant de la vie humaine et d'autres activités de production.

## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

---

Cependant, la présence excessive de nitrates et de nitrites dans l'eau a un impact important sur les organismes aquatiques et la santé humaine.

Les nitrites dans l'eau potable peuvent convertir de manière irréversible l'hémoglobine en méthémoglobine, ce qui entraîne une diminution de la capacité de transport d'oxygène dans le sang. il peut réagir avec les amines secondaires pour produire des n-nitrosamines, susceptibles de provoquer un cancer gastrique. étant donné que le nitrate est converti en nitrite dans le tube digestif, il est également très nocif pour le corps humain. cela peut également conduire à la reproduction non naturelle de plantes aquatiques et d'algues, entraînant des «marées rouges» et la mort de poissons. L'Environmental Protection Agency des États-Unis (É.-U.) a limité la teneur en nitrites et nitrates dans l'eau potable à 1 mg/L et 10 mg/L et d'autres pays ont adopté des réglementations similaires. la concentration de nitrate et de nitrite dans l'eau est devenue l'un des indices d'évaluation de la qualité de l'eau.(**Li et al., 2020**).

### **C) Fluorures:**

Le fluor est le treizième élément le plus abondant. il est hautement électro-négatif, corrosif et réactif par nature. c'est l'un des micro-éléments essentiels requis en quantités infimes pour la croissance et le développement normal de divers organes de notre corps, en particulier les os et les dents, par exemple la consommation de niveaux compris entre 0,5 et 1,0 ppm via l'eau potable est bénéfique pour la prévention des caries dentaires, mais son excès la consommation conduit au développement de la fluorose. l'abondance de fluor dans l'environnement ainsi que dans les sources d'eau potable sont les principaux contributeurs à la fluorose. il s'agit d'un grave problème de santé publique car il s'agit d'un problème médical notable.(**Gupta et al., 2018**).

La présence de fluorure est l'ion le plus dangereux dans l'eau potable pour l'humanité. le fluor en tant que gaz corrosif n'est pas stable dans son état élémentaire en raison de son électro-négativité et de ses réactivités élevées. par conséquent, il existe sous forme de fluorure dans l'environnement. le fluor pénètre dans l'eau par deux sources : naturelle et anthropique. les rejets naturels de fluorure dans l'eau se produisent à partir des minéraux riches en fluorure dans les roches, les éruptions volcaniques et les aérosols marins. cependant, le rejet anthropique de fluorure se produit également dans l'eau par des activités telles que la combustion du charbon, la fabrication de ciment, la fusion de l'aluminium et l'utilisation excessive d'engrais dans les cultures. les dépôts de fluorure sur les dents et les squelettes provoquent une

## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

---

fluorose dentaire et une fluorose squelettique et leur absorption à des concentrations très élevées peut également entraîner la mort. la concentration admissible de fluorure dans l'eau potable est de 1,5 mg/L selon les directives de l'Organisation mondiale de la santé.(**Saini et Agrawal, 2021**).

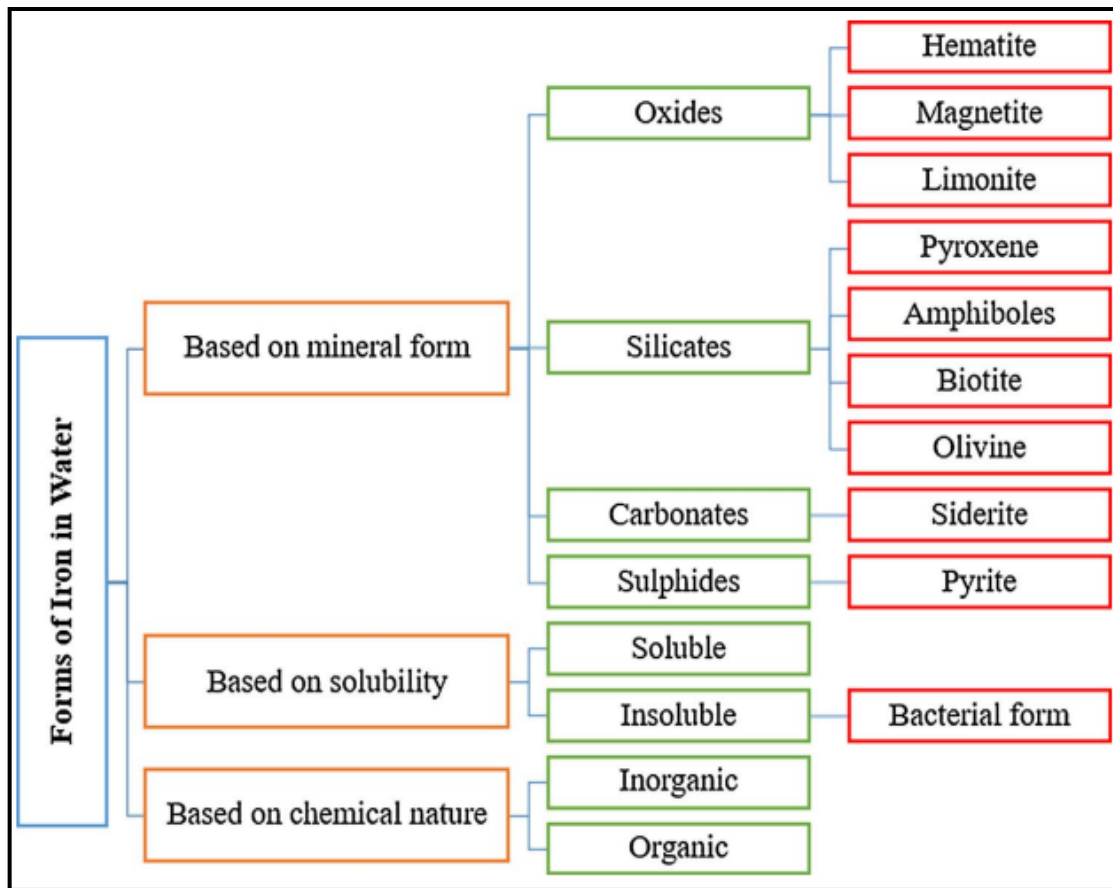
La fluoration de l'eau est le processus d'ajout de fluorure à l'approvisionnement en eau afin que le niveau atteigne environ 0,7 ppm, ou 0,7 milligramme de fluorure par litre d'eau ; c'est le niveau optimal pour prévenir la carie dentaire.(**CDCP., 1991**).

### **D) Fer:**

Le fer est le 4ème élément le plus abondant sur terre et se trouve naturellement dans l'eau sous diverses formes. c'est un nutriment minéral vital, qui agit comme cofacteur pour de nombreuses enzymes et joue un rôle dans le maintien du métabolisme énergétique. Selon les normes de l'OMS, la limite autorisée de fer dans l'eau potable est de 0,3 mg/L. cependant, le déversement de déchets domestiques et industriels dans les plans d'eau est responsable de niveaux élevés de fer dans l'eau. la mauvaise odeur, le goût désagréable, la couleur rouge de l'eau et les taches sur la lessive et les appareils de plomberie sont également quelques-uns des problèmes liés à la teneur élevée en fer dans l'eau.

Le fer se trouve en grande quantité dans les roches et les sols du monde entier. Il atteint les masses d'eau par des sources géogéniques ainsi que par le déversement d'effluents industriels et de déchets domestiques dans les masses d'eau. les eaux de surface reçoivent du fer via les effluents des industries sidérurgiques, minières ainsi que la corrosion des métaux. l'eau souterraine reçoit également du fer par le biais de roches ferrugineuses et de minéraux.

Il est présent sous plusieurs formes dans l'eau. ces diverses formes peuvent être largement classées en différents types en fonction de la forme minérale, de la solubilité et de la nature chimique du fer. la classification des différentes formes de fer présentes dans l'eau est présentée dans figure 1 (**Khatri et al.,2017**)



**Figure 01** : Classification des différentes formes de fer présentes dans l'eau (Khatri et al., 2017).

**E )Sodium:**

Le sodium (Na) est l'élément le plus abondant du groupe des métaux alcalins. Le sodium élémentaire a un poids atomique de 22,99 et est un métal argenté doux et brillant. le sodium métallique pur est hautement réactif et brûle dans l'air pour former de l'oxyde de sodium, qui à son tour s'hydrolyse facilement dans l'eau pour former de l'hydroxyde de sodium.

L'ion sodium est omniprésent dans l'eau, en raison de la grande solubilité de ses sels et de l'abondance de gisements minéraux contenant du sodium. l'eau de mer contient environ 30 000 mg de chlorure de sodium par litre (mg/L). le chlorure de sodium peut également être trouvé dans de nombreuses rivières et lacs intérieurs et mers, à des concentrations variant de 20 mg/L dans le fleuve mississippi à 120 000 mg/L dans le Grand Lac Salé. les eaux souterraines contiennent généralement des concentrations plus élevées de minéraux et de sels que les eaux de surface, en particulier dans les zones avec une abondance de gisements de minéraux de sodium ou dans les zones avec des intrusions d'eau marine ou estuarienne.(Advisory, 2014).



## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

---

Il existe un certain nombre de sources anthropiques de sodium qui peuvent apporter des quantités importantes de sodium dans les eaux de surface, notamment le sel de voirie, les produits chimiques de traitement de l'eau, les adoucisseurs d'eau domestiques et les effluents d'eaux usées. les produits chimiques de traitement de l'eau tels que le fluorure de sodium, le silico-fluorure de sodium, l'hydroxyde de sodium, le carbonate de sodium, le bicarbonate de sodium, le phosphate de sodium, le silicate de sodium et l'hypochlorite de sodium fournissent une contribution relativement faible lorsqu'ils sont utilisés individuellement, mais lorsqu'ils sont utilisés ensemble, ils peuvent entraîner des concentrations allant jusqu'à 30 mg/l

L'ajout de composés sodiques lors du traitement de l'eau pour l'ajustement du pH et l'adoucissement de l'eau sont les utilisations les plus susceptibles d'augmenter la teneur en sodium de l'eau potable. l'hydroxyde de sodium, le carbonate de sodium et le bicarbonate de sodium sont utilisés pour ajuster le pH et peuvent contribuer de 27 à 57 mg/L de sodium à l'eau à leurs niveaux d'utilisation maximum approuvés. les adoucisseurs d'eau domestiques peuvent augmenter les niveaux de sodium à plus de 300 mg/L dans l'eau potable (**Advisory, 2014**)

### **F) Sulfate:**

L'eau naturelle contient des ions sulfate et la plupart de ces ions sont également solubles dans l'eau. de nombreux ions sulfates sont produits par le processus d'oxydation de leurs minerais, ils sont également présents dans les déchets industriels. (**Dohare et al., 2014**).

Le sulfate est un anion majeur dans le système d'eau souterraine et varie de 1 à 2000 ppm selon la topographie et les conditions géologiques de la région. au niveau international, la norme de sulfate pour l'eau potable fixée par l'OMS est de 250 ppm et la limite autorisée jusqu'à 400 ppm.

Le sulfate est généralement le principal anion dans le système d'eau souterraine. le sulfate est l'anion le plus important qui régit le rôle principal dans la caractérisation de l'hydrogéochimie des eaux souterraines. le soufre se trouve dans de nombreux états d'oxydation et change d'état avec des changements géochimiques lorsque l'eau interagit avec les roches. le sulfate joue un rôle très important dans le contrôle de la réaction redox dans presque tous les systèmes aquatiques. la réduction des sulfates se produit largement dans les systèmes d'eaux souterraines. le sulfate peut être réduit par la consommation d'ions hydrogène et produit du sulfure d'hydrogène comme sous-produit (**Sharma et Kumar, 2020**).

## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

---

Cependant, il existe de nombreuses méthodes différentes pour l'assainissement des sulfates dans les eaux souterraines, et ces méthodes d'assainissement des sulfates peuvent être classées en trois catégories comme indiqué ci-dessous :

- A). Méthode physique : pompage et traitement, élimination des sulfates par membrane (osmose inverse, électrodialyse, filtration), échange d'ions
- B). Méthode chimique : adsorption, formation de gypse
- C). Méthode biologique : bioréacteur in situ.(**Sharma et Kumar, 2020**).

### **G)Potassium:**

Le potassium est un élément essentiel chez l'homme et se trouve rarement, voire jamais, dans l'eau potable à des niveaux qui pourraient être préoccupants pour les humains en bonne santé. Il se produit largement dans l'environnement, y compris toutes les eaux naturelles. Il peut également se produire dans l'eau potable à la suite de l'utilisation de permanganate de potassium comme oxydant dans le traitement de l'eau.

Dans certains pays, le chlorure de potassium est utilisé dans l'échange d'ions pour l'adoucissement de l'eau domestique à la place ou en mélange avec le chlorure de sodium, de sorte que les ions potassium s'échangent avec les ions calcium et magnésium. Le remplacement éventuel ou le remplacement partiel des sels de sodium par des sels de potassium pour le conditionnement de l'eau dessalée a été suggéré.

Ce dernier semble être une évolution peu probable à ce stade, compte tenu de la différence de coût (**WHO., 2009**).

L'hypokaliémie (faible taux de potassium sérique) est rare sauf chez les patients hospitalisés. Elle peut être causée par un apport insuffisant en potassium (inférieur à 390 mg/jour), des pertes excessives du tractus gastro-intestinal (par exemple, une diarrhée chronique) ou une excrétion urinaire excessive, résultant de l'utilisation de diurétiques, de troubles endocriniens ou rénaux (**McLean et Wang, 2021**).

Une hyperkaliémie (potassium sérique > 5 mmol/L) peut survenir avec une augmentation du potassium corporel total à la suite d'un apport excessif de suppléments de potassium ou (plus rarement) d'un apport alimentaire excessif ou d'une excrétion altérée due à une insuffisance rénale ou à certains médicaments diurétiques. L'hyperkaliémie survient aux derniers stades de l'insuffisance rénale chronique et peut être une caractéristique des personnes sous dialyse si l'apport en potassium n'est pas étroitement surveillé.(**McLean et Wang, 2021**).

## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

### **H) Phosphates:**

Le phosphore est un composant de l'ADN et de l'ARN et indispensable au métabolisme énergétique (ADP/ATP) des êtres vivants. de nombreux écosystèmes naturels (aquatiques) sont contrôlés par une disponibilité restreinte de phosphore qui représente un facteur important pour une biodiversité élevée. l'augmentation anthropique des flux de phosphore a donc le potentiel de causer de graves effets négatifs sur les écosystèmes naturels (aquatiques).(S. Kumar, 2011).

Les eaux de surface et les eaux souterraines sont contaminées par des sources naturelles et anthropiques de phosphates. les sources naturelles de phosphore dans les eaux de surface et souterraines comprennent les dépôts atmosphériques, la décomposition naturelle des roches et des minéraux, l'altération des matériaux inorganiques solubles, la décomposition de la biomasse, le ruissellement et la sédimentation. les sources anthropiques comprennent ; engrais, effluents d'eaux usées et de fosses septiques, déjections animales, détergents, rejets industriels, extraction de phosphate, traitement de l'eau potable, feux de forêt, surface d'aménagement de matériaux synthétiques. les niveaux naturels de phosphates dans les masses d'eau de surface et souterraines ne sont pas nocifs pour la santé humaine, les animaux ou l'environnement. à l'inverse, des niveaux extrêmement élevés de phosphates peuvent causer des problèmes digestifs. de plus, des quantités excessives de phosphates dans les masses d'eau peuvent entraîner une eutrophisation, une condition de production accélérée d'algues en quantités extrêmes jusqu'à leur mort.(Fadiran et al., 2008).

La Swaziland Water Services Corporation (SWSC) recommande un  $PO_4-P$  (total) de  $\leq 1,0$  mg/L pour l'eau potable. aux fins de surveillance et d'évaluation de l'eau, voici les niveaux requis utiles de  $PO_4-P$  total,

0,01-0,03 mg/L : niveau dans les lacs non contaminés ;

0,025-0,1 mg/L : niveaux auxquels la croissance des plantes est stimulée ;

0,1 mg/L : maximum acceptable pour éviter une eutrophisation rapide ;

> 0,10 : niveau élevé entraînant des problèmes de croissance accélérée des algues.(Fadiran et al., 2008).

Normalement, l'eau souterraine ne contient qu'un niveau minimum de phosphore en raison de la faible solubilité des minéraux phosphatés natifs et de la capacité des sols à retenir le phosphate.(Dohare et al., 2014).

### **I) Chlorures (Cl<sup>-</sup>) :**

## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

---

Les chlorures sont le composé inorganique résultant de la combinaison du chlore gazeux avec le métal. certains chlorures courants comprennent le chlorure de sodium (NaCl) et le chlorure de magnésium (MgCl<sub>2</sub>). le chlore seul sous forme de (Cl<sub>2</sub>) hautement toxique, et il est souvent utilisé comme désinfectant. en combinaison avec un métal comme le sodium, il devient indispensable à la vie. de petites quantités de chlorures sont nécessaires au fonctionnement normal des cellules dans la vie végétale et animale. tous les types d'eau naturelle et brute contiennent des chlorures. Sa concentration est élevée en raison des activités humaines. selon IS : 10500-2012, la limite souhaitable pour le chlorure est de 250 et 1 000 mg/l dans la limite autorisée **(Dohare et al., 2014)**.

Les chlorures peuvent pénétrer dans les eaux de surface à partir de plusieurs sources, notamment : les roches contenant des chlorures, les eaux de ruissellement agricoles, les eaux usées des industries, les déchets des puits de pétrole et les effluents des usines de traitement des eaux usées. les chlorures peuvent corroder les métaux et affecter le goût des produits alimentaires. les chlorures peuvent contaminer les cours d'eau douce et les lacs. les poissons et les communautés aquatiques ne peuvent pas survivre dans des niveaux élevés de chlorures. par conséquent, l'eau utilisée dans l'industrie ou destinée à n'importe quel usage a un niveau de chlorure maximal recommandé. **(Manoj Kumar et Puri, 2012)**.

### **J) Calcium:**

Le calcium se trouve dans la plupart des eaux, le niveau dépendant du type de roche à travers laquelle l'eau a pénétré. il est généralement présent sous forme de carbonate ou de bicarbonate de calcium, en particulier dans les eaux associées à la craie ou au calcaire, et sous forme de sulfate de calcium associé au gypse. le chlorure et le nitrate de calcium peuvent également être trouvés dans les eaux de salinité plus élevée. le bicarbonate de calcium forme la dureté temporaire, les autres sels étant liés à la dureté permanente.

Le calcium est un élément essentiel de l'alimentation humaine, mais la valeur nutritionnelle de l'eau est susceptible d'être minime par rapport à l'apport alimentaire. La principale préoccupation du calcium dans l'eau potable est le potentiel de formation de tartre. **(Brandt et al., 2017)**.

### **K) Dureté ou titre hydrotimétrique ( TH):**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. dans la

## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium .la dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon.(**Rodier et al.,2009**). dureté totale est calculée comme la somme des concentrations des ions calcium et magnésium dans l'eau, exprimés en carbonate de calcium.(**ADE.GHARDAIA**).

### **L) Titre alcalimétrique complète (TAC):**

L'alcalinité est la somme totale des composants de l'eau qui ont tendance à élever le pH vers le côté alcalin de la neutralité. il est mesuré par titrage avec un acide standardisé jusqu'à une valeur de pH de 4,5 et est généralement exprimé en milligrammes par litre sous forme de carbonate de calcium (mg/l sous forme de  $\text{CaCO}_3$ ). les matières couramment présentes dans l'eau qui augmentent l'alcalinité sont le carbonate, les phosphates et les hydroxydes. le substrat rocheux calcaire et les épais dépôts de till glaciaire sont de bonnes sources de tampon carbonate.(**Dohare et al., 2014**).

### **M) Demande chimique en oxygène:**

La DCO est une mesure de l'oxygène nécessaire à l'oxydation chimique de la matière organique à l'aide d'un oxydant chimique fort. une DCO élevée peut entraîner un appauvrissement en oxygène en raison de la décomposition des microbes à un niveau préjudiciable à la vie aquatique. la détermination de la DCO présente un avantage par rapport à la détermination de la DBO en ce que le résultat peut être obtenu en environ 5 heures par rapport aux 5 jours requis pour le test de la DBO (**Dohare et al., 2014**).

### **N) Demande biochimique en oxygène (DBO5) :**

La détermination de la demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO5) est la procédure expérimentale standardisée pour déterminer les besoins relatifs en oxygène des microbes aqueux pour consommer les matières organiques dans les eaux usées, les effluents de la station d'épuration des eaux usées ou les eaux naturelles. la DBO5 a été utilisée comme indicateur de la quantité de polluants organiques dans la plupart des systèmes aquatiques, en particulier un bon indicateur pour les composés organiques biodégradables. cependant, en raison de la période de test de 5 jours, la DBO5 n'est pas considérée comme un paramètre approprié pour un contrôle des processus de traitement de l'eau et pour un système de surveillance de la qualité de l'eau en temps réel, dans lequel une rétroaction rapide est essentielle. le test de biodégradation basé sur la DBO5 qui repose sur la présence d'une communauté

## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

---

microbienne viable a du mal à acquérir de manière cohérente des mesures précises. la DBO5 a généralement une incertitude de 15 % à 20 %.(Kwak et al.,2013).

### **II.3 Qualité Microbiologique:**

#### **II.3.1 Qualité microbiologique:**

La qualité microbienne de l'eau est une mesure des conditions microbiologiques de l'eau liées aux exigences de santé humaine et animale. la recherche sur la qualité microbienne de l'eau l'aborde comme un problème à multiples facettes. cela implique la sélection et l'évaluation de mesures de la qualité microbienne de l'eau, qui comprennent actuellement la prévalence et les concentrations de micro-organismes pathogènes, des indicateurs microbiens de contamination potentielle par des agents pathogènes et certains matériels génétiques, tels que les gènes liés à la toxine Shiga et les gènes de résistance aux antibiotiques. D'autres aspects importants de cette recherche comprennent l'identification des sources de micro-organismes détectés pour dériver des mesures de la qualité microbienne de l'eau et l'élucidation des processus qui contrôlent la libération, le transport et la survie des organismes et du matériel génétique qui présentent un intérêt pour les conditions microbiologiques de l'eau.(Pachepsky et al., 2018).

L'eau est susceptible d'être contaminée par des micro-organismes et des matières organiques parmi d'autres polluants, quelle qu'en soit la source. de manière significative, les contaminants microbiens tels que les coliformes, *E. coli*, *Cryptosporidiumparvum* et *Giardia lamblia* compromettent la sécurité de l'eau. la présence d'espèces *Escherichia coli*, *Klebsiella* et *Enterobacter* dans l'eau est un indicateur probable de la présence d'organismes pathogènes tels que *Clostridium paftringens*, *Salmonella* et *Protozoa*. Ces agents pathogènes provoquent la diarrhée, la giardiase, la dysenterie et la gastro-entérite, ce qui est courant chez les habitants des zones rurales des pays en développement.(Onyango et al., 2018).

#### **II.3.2 Flore microbienne de l'eau:**

Selon l'OMS, les bactéries les plus problématiques potentiellement présentes dans l'eau du robinet sont *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhi*, *Shigella* spp., *Campylobacter jejuni*, *E. coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Legionella* spp., *Aeromonas* spp., *Mycobacterium* spp., *Bacillus* spp. et *P. aeruginosa*. la prudence est également de mise en cas de propagation rapide de cyanobactéries productrices de toxines des genres *Microcystis*, *Planktothrix*, *Anabaena*, *Oscillatoria* et *Aphanizomenon*

## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

---

Cependant, la présence, la diversité et les interactions écologiques des bactéries d'origine hydrique restent mal étudiées et mal comprises. ces lacunes dans les connaissances sont désormais principalement comblées à l'aide de méthodes de séquençage à haut débit. le nombre de bactéries atteint ses limites les plus basses dans les réservoirs d'eau après les procédures de traitement (par exemple, la chloration), tandis que dans l'eau du robinet, le nombre de bactéries augmente à nouveau en raison de la présence de biofilms dans les systèmes de plomberie.

Ainsi, les nombres d'UFC dans les eaux souterraines peuvent aller jusqu'à 10<sup>6</sup> UFC/mL, dans l'eau de puits jusqu'à 10<sup>3</sup> UFC/mL, dans les réservoirs après chloration jusqu'à 10<sup>2</sup> UFC/mL et dans l'eau du robinet domestique entre 10<sup>2</sup> et 10<sup>5</sup> UFC/mL. leur diversité dépend fortement de facteurs environnementaux tels que le désinfectant, la température, le débit et les matériaux de construction. les bactéries typiques dans l'eau souterraine et de puits sont les *Betaproteobacteria*. la même classe est généralement également dominante dans l'eau froide du système de plomberie intérieure.

Dans les biofilms des parties inférieures du système de plomberie (par exemple, le sous-sol et le premier étage), dans les systèmes à consommation d'eau régulière et à débit d'eau relativement élevé, les alphaprotéobactéries dominent sur les bêtaprotéobactéries. ceci est également vrai dans les tuyaux en cuivre, tandis que les tuyaux en polyéthylène réticulé en combinaison avec de l'eau chaude semblent sélectionner les bêtaprotéobactéries, les gammaprotéobactéries, les actinobactéries et les bacilles.(Novak et al., 2020).

### **II.3.3 Critères bactériologiques de l'eau:**

La présence d'agents pathogènes microbiens est souvent difficile à déterminer en raison de nombreux facteurs. les agents pathogènes sont généralement présents en petit nombre, il est donc nécessaire de surveiller les eaux à l'aide d'organismes « indicateurs », par exemple *E. coli*, fécaux, thermo-tolérants ou *coliformes totaux*. L'hypothèse de cette approche est que la présence d'organismes indicateurs bactériens est associée à la présence d'agents pathogènes microbiens.

Le groupe d'indicateurs traditionnel pour tous les agents pathogènes microbiens a été les bactéries coliformes. leur facilité de dénombrement, leur relation grossière avec l'apparition d'agents pathogènes et de maladies et l'absence de meilleurs indicateurs ont conduit à l'adoption du nombre de coliformes dans la plupart

## Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie

des documents de normes internationales. au cours des 20 dernières années, de nombreuses lacunes dans l'utilisation des coliformes comme indicateurs de maladies d'origine hydrique ont été identifiées et d'éventuels indicateurs alternatifs ont été suggérés ; cependant, un indicateur universel n'a pas émergé. par exemple, *Pseudomonas aeruginosa* est un indicateur alternatif pour les coliformes totaux traditionnels, *Candida albicans* est un indicateur alternatif pour *E. coli* et les bifidobactéries sont un indicateur alternatif pour les streptocoques fécaux.(**Abu Shmeis, 2018**).

**Tableau 06 : Classification des sources d'eau selon la qualité bactérienne et le niveau de traitement recommandé (Brandt et al., 2017)**

Source	Niveau de pollution	Traitement
Eaux souterraines		
Puits profonds protégés	Sanscontamination fécale <i>E. coli</i> 0/100 ml Preuve de contamination fécale <i>E. coli</i> < 20/100 ml	Désinfection à des fins de distribution uniquement  Désinfection
Eaux souterraines non protégées, par ex. puits peu profonds	Contamination fécale <i>E. coli</i> < 2000/100 ml Preuve de contamination fécale <i>E. coli</i> > 2000/100 ml	Filtration et désinfection  Non recommandé comme source d'eau potable
Eaux de surfaces		
Eaux retenues protégées	Essentiellement exempt de contamination fécale	Désinfection



## Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie

Eau de montagne retenue ou rivière de montagne non protégée	<i>E. coli</i> < 20/100 ml Contamination fécale <i>E. coli</i> 20 - 2000/100 ml	Filtration et désinfection
Rivière de plaine non protégée	Contamination fécale <i>E. coli</i> 200 - 20 000/100 ml	Stockage à long terme ou pré-désinfection, filtration, traitement supplémentaire et désinfection

### A) Recherche des germes Totaux:

Selon l'organisation mondiale de la santé, la qualité microbiologique de l'eau potable doit être décidée en utilisant indicateurs bactériens de contamination, tels que *Escherichia coli*, entérocoques et présence de bactéries aérobies (nombre de colonies). Les bactéries coliformes ne sont pas susceptibles de causer des maladies ; cependant, leur présence dans l'eau potable indique que des organismes pathogènes peuvent également se trouver dans le système d'eau selon le Département de la santé de l'État de Washington. les bactéries pathogènes d'origine hydrique qui représentent la menace la plus importante pour la santé humaine sont *Salmonella*, *Campylobacter* et *Yersinia*. il a été démontré que les bactéries pathogènes telles que *E. coli* et *Salmonella spp* sont non seulement capables de survivre dans la boisson, mais qu'elles ont le potentiel de provoquer des épidémies chez les consommateurs. (Lee et al., 2011).

La composition de la flore microbienne dans l'eau de source sera principalement Gram-négative, contenant des bactéries prosthécatés (bactéries qui possèdent des appendices), telles que les espèces *Hyphomicrobium*, *Caulobacter*, *Gallionella* et *Pseudomonas*. (Sandle, 2016).

### B) Les coliformes Totaux:

Le terme bactéries coliformes fait référence à des bactéries gram-négatives en forme de bâtonnet capables de se développer en présence de sels biliaires ou d'autres

## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

---

tensioactifs ayant des propriétés d'inhibition de croissance similaires et capables de fermenter le lactose à 35°C à 37°C avec la production d'acide, de gaz et d'aldéhyde. Les bactéries coliformes sont présentes dans les matières fécales de tous les animaux à sang chaud et des humains et dans l'environnement (eaux riches en nutriments, sol et matériel végétal en décomposition) ainsi que dans l'eau potable avec une concentration relativement élevée. les bactéries coliformes peuvent être des indicateurs d'agents pathogènes potentiels responsables de diverses maladies d'origine hydrique.

Ils comprennent trois groupes différents de bactéries (coliformes totaux, coliformes fécaux et *Escherichia coli*) et ils servent d'indicateurs de la qualité de l'eau potable et récréative avec différents niveaux de risque. dans le monde entier, les bactéries coliformes sont utilisées comme indicateurs de contamination environnementale et fécale et, par conséquent, de la présence possible d'organismes pathogènes. la méthode Unité Formant Colonie (UFC) compte les unités de colonies formées à partir de dilutions décimales en série appropriées de l'échantillon d'eau (**Figure.2**). L'eau peptonée tamponnée est utilisée comme réactif et la Chromocult-Coliform Agar comme milieu de culture.(**Niyoyitungiye et Ndayisenga, 2020**).

### **C) Les coliformes Thermo-tolérants:**

Les bactéries coliformes fécales sont une collection de micro-organismes relativement inoffensifs qui vivent en grand nombre dans les intestins des animaux à sang chaud et froid. ils aident à la digestion des aliments. un sous-groupe spécifique de cette collection est les bactéries coliformes fécales, le membre le plus commun étant *Escherichia coli*. ces organismes peuvent être répétés du groupe des coliformes totaux en raison de leur capacité à se développer à des températures élevées et ne sont associés qu'aux matières fécales des animaux à sang chaud.

La présence de bactéries coliformes fécales dans l'environnement aquatique indique que l'eau a été contaminée par les matières fécales de l'homme ou d'autres animaux. au moment où cela s'est produit, l'eau de source peut avoir été contaminée par des agents pathogènes ou des bactéries ou des virus pathogènes qui peuvent également exister dans les matières fécales. certaines maladies pathogènes d'origine hydrique comprennent la fièvre typhoïde, la gastro-entérite virale et bactérienne et l'hépatite. a la présence de contamination fécale est un indicateur qu'il existe un risque potentiel pour la santé des personnes exposées à cette eau.(**Manoj Kumar et Puri, 2012**).

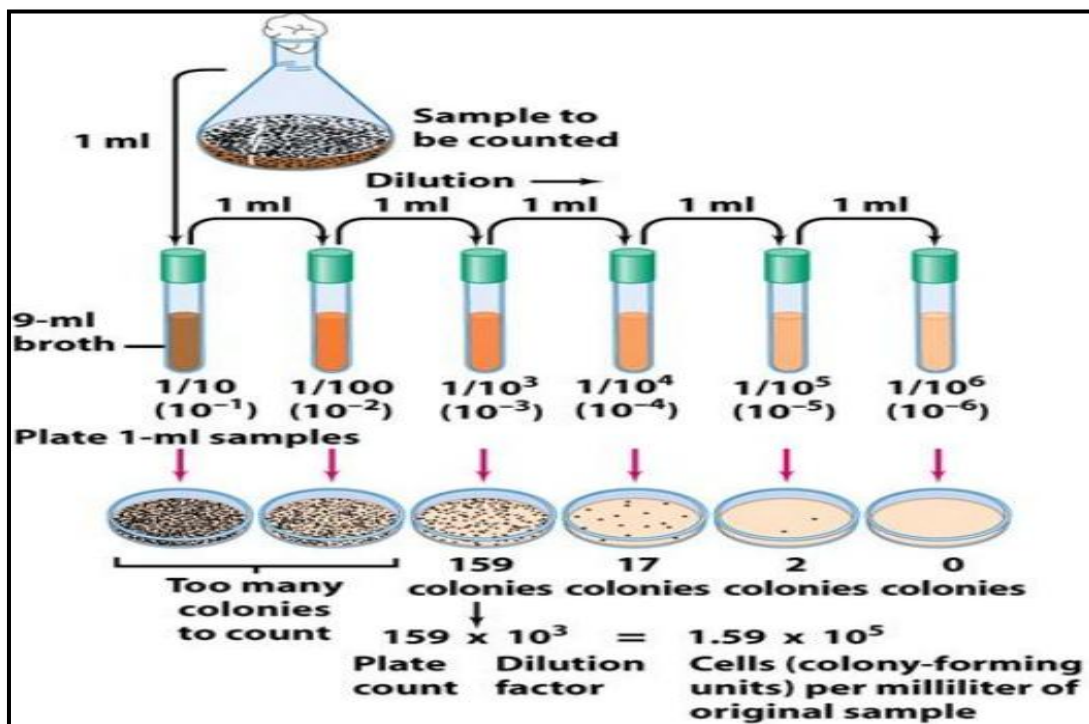
## Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie

### D) Recherche les coliformes totaux et les coliformes Thermo-tolérants:

Pour rechercher coliformes totaux, coliformes fécaux et *Escherichia coli*, 1 ml de l'échantillon d'eau est ajouté à un tube contenant 9 ml d'eau peptonée tamponnée et cela a entraîné une dilution de  $10^{-1}$ . a l'aide de pipettes stériles séparées, des dilutions décimales de  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ , etc. sont préparées en transférant 1 ml des dilutions précédentes dans 9 ml de diluants (eau peptonée). 1 ml de l'échantillon d'eau dilué est inoculé à la surface de milieu PCA stérilisé. les boites préparées sont inversées et incubées à différentes températures selon les bactéries ciblées ( $35\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  pendant  $24\pm 2\text{h}$  pour les coliformes totaux ;  $44\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  pendant  $24\pm 2\text{h}$  pour les coliformes fécaux et  $37^{\circ}\text{C}$  pendant  $21\pm 3\text{h}$  pour *Escherichia coli*). le nombre de micro-organismes par millilitre dans l'échantillon a été calculé à partir du nombre de colonies obtenues sur plaque PCA à partir de dilutions sélectionnées. on a supposé que chaque colonie visible était le résultat de multiplications d'une seule cellule sur la surface de la gélose.(Niyoyitungiye et al., 2020).

#### Calcul et expression des résultats :

$\text{UFC/mL/plaque} = \text{nombre de colonie} \times \text{facteur de dilution} / \text{volume de plaque de culture.}$



**Figure 02 :** Processus de comptage des coliformes totaux et les coliformes Thermo-tolérants.(Niyoyitungiye et al., 2020).

### **E) Recherche des Streptocoques Fécaux (37 C°) :**

Ce groupe se compose d'espèces qui sont récupérées dans les matières fécales en nombre significatif. ces espèces sont généralement considérées comme *S. faecalis*, *S. faecium*, *S. avium*, *S. gallinarum*, *S. bovis* et *S. equinus*. certains auteurs incluent *S. mitis* et *S. salivarius* habitants du tractus nasopharyngé et généralement regroupés avec les "streptocoques oraux".(Sinton et al., 1993).

La recherche des Streptocoques fécaux nécessite le passage par deux tests consécutifs, un est présomptif et l'autre est confirmatif. le dénombrement a été réalisé sur le milieu Rothe par l'utilisation de la méthode du nombre le plus probable en utilisant trois tubes pour chaque dilution, l'incubation à 37°C pendant 24 h. des tubes du milieu Eva Litsky ont étéensemencés par le contenu de chaque tube positif (solution trouble) et incubés à 37°C pendant 24 h pour confirmer la présence des Streptocoques fécaux (Afif et al., 2008; Hamiroune et al., 2014).

### **E) Les Clostridium sulfito-réducteurs:**

Il existe deux groupes de bactéries soufrées ayant des implications pour l'industrie de l'eau. les bactéries *sulfato-réductrices* se développent dans des conditions anaérobies et réduisent tout sulfate présent dans l'eau en sulfure d'hydrogène. ils contribuent à la corrosion galvanique des conduites d'eau et peuvent causer des problèmes de goût et d'odeur. les bactéries oxydant le soufre se développent dans des conditions aérobies et produisent de l'acide sulfurique à partir de tous les sulfures présents, par exemple dans les égouts.(Brandt et al., 2017).

Des tubes à essai stériles contenant chacun 5ml de dilution appropriée (de  $10^{-1}$  à  $10^{-5}$ ) des différents échantillons sont portés à 80°C pendant 10 mn, suivi par refroidissement brutale dans l'eau glacée pour éliminer toutes les formes végétatives et activer les spores de *Clostridium*.(Afif et al., 2008; Aggad et al., 2009; Hamiroune et al., 2014).

Deux à trois gouttes d'Alun de fer et 0,5 ml de Sulfite de sodium sont additionnées au milieu viande foie. Après refroidissement du tube, 7 ml de la gélose viande foie obtenue sont ajoutés dans le tube contenant la suspension. après solidification, quelques gouttes d'huile de paraffine sont ajoutées et les tubes sont incubés à 46°C pendant 24 à 48 h. Seules les grosses colonies noires ont été

## Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie

considérées comme des *Clostridium sulfitoréducteurs* et ont été comptés (Aggad *etal.*, 2009).

### II.4 Les normes algériennes:

#### 4.1 Normes Physico-chimiques de L'eau source (Journal Officiel, 2006)

**Tableau 07:représenté les norme Physico-chimiques de L'eau source (Journal Officiel, 2006)**

CARACTERISTIQUES	UNITE	CONCENTRATIONS
<b>1-Caractéristiques organoleptiques:</b>		
Couleur	Mg/ldeplatine(en reference à l'échelleplatine/cobal1)	au maximum 25
Odeur(seuildeperceptionà25°C)		au maximum 4
Saveur(seuildeperceptionà25°C)		au maximum 4
Turbidité		au minimum 2
<b>2-Caractéristiques physico-chimiques liées à la structure naturelle de l'eau</b>	Uni1éJACKSON	
PH		6,5 à 8,5
Conductivité(à20°C)	Uni1éPH	au maximum 2.800
Dureté	µs/cm	100 à 500
Chlorures	Mg/ldeCaCO3	200 à 500
Sulfates	Mg/l (Cl)	200 à 400
Calcium	Mg/l (SO4)	75 à 200
Magnésium	Mg/l (Ca)	150
Sodium	Mg/l (Mg)	200
Potassium	Mg/l (Na)	20
Aluminiumtotal	Mg/l (K)	0,2
Oxydabilitéaupermanganatedepotassium	Mg/l	au maximum 3
Résidussecsaprèsdessiccationà180°C	Mg/l en oxygène mg/l	1.500 à 2.000
<b>3 - Caractéristiques concernant Les substances indésirables</b>		
Nitrates		au maximum 50
Nitrites	Mg/l de NO3	au maximum 0,1
Ammonium	Mg/l de NO2	au maximum 0,5
AzoteKjeldahl	Mg/l de NH4	au maximum 1
Fluor	Mg/lenN	0,2 à 2
Hydrogènesulfuré	Mg/lde F	Nedoi l pasê l redécelable organolep l iquement
Fer		au maximum 0,3
Manganèse		au maximum 0,5

## Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie

Cuivre	Mg/l (Fe)	au maximum 1,5
Zinc	Mg/l (Mn)	au maximum 5
Argent	Mg/l (Cu)	au maximum 0,05
	Mg/l (Zn)	
<b>4- Caractéristiques concernant les substances toxiques</b>	Mg/l(Ag)	
Arsenic		0,05
Cadmium		0,01
Cyanure	Mg/l (As)	0,05
Chrometotal	Mg/l (Cd)	0,05
Mercuré	Mg/l (Cn)	0,001
Plomb	Mg/l (Cr)	0,055
Sélénium	Mg/l (Hg)	0,01
Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A):	Mg/l (Pb)	
	Mg/l (Se)	0,2
* Pour le total des 6 substances suivantes:		
Fluoranthène,	µg/l	
Benzo(3,4)fluoranthène		
Benzo(11,12)fluoranthène		
Benzo((3,4) pyrène		
Benzo (1,12) pérylène		
indeno (1,2,3 – cd) pyrène		
* Benzo (3,4) pyrène	µg/l	0,01

### II.4.2 Normes de la qualité bactériologique de l'eau source:

La qualité microbienne de l'eau potable est un sujet d'intérêt continu dans un éventail de disciplines. la présence de micro-organismes dans l'eau potable a fait l'objet d'une attention accrue ces dernières années, car ils ont été associés à une infection entérique. la qualité de l'eau est généralement mesurée en fonction du degré de contamination bactérienne et la qualité microbienne de l'eau potable doit répondre aux normes d'eau locales, qui peuvent différer d'un pays à l'autre (**Lee et al., 2011**)

A l'Émergence : ces valeurs visées à l'article 5 ne doivent pas dépasser respectivement :

- 20 par ml à 20°C à 22°C en 72 h sur agar- agar ou mélange agar-gélatine.
- 5 par ml à 37°C en 24h sur agar-agar étant entendu que ces valeurs doivent être considérées comme des nombres guides et non comme des concentrations maximales.

## **Chapitre II..... caractéristique physico-chimique et microbiologie**

Après l'embouteillage : la teneur totale en micro-organismes revivifiants ne peut dépasser 100 par ml à 20-22 °C en 72 heures sur agar-agar ou agar-gélatine et 20 par ml à 37°C en 24 heures sur agar - agar. Cette teneur doit être mesurée dans les 12 heures suivant l'embouteillage, l'eau étant maintenue à 4°C et ± environ 1°C pendant cette période de 12 heures.

**Tableau 08: représente le calcul de dénombrement de bactérie.**

EXAMEN	RESULTAT			
	n	C	M	M
Coliformes totaux dans 250ml	5	1	0	2
Coliformes thermotolérants dans 250ml	5	1	0	2
Streptocoques fécaux dans 250ml	5	1	0	2
Anaérobies sporulés sulfite-réducteurs dans 50ml	5	1	0	2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 250ml	5	1	0	2

**n** : nombre d'unités d'échantillonnage prélevées dans un lot qui doit être examiné en vertu d'un plan d'échantillonnage donné.

**c** : nombre maximum admissible d'unités d'échantillonnage pouvant dépasser le critère microbiologique m. Le dépassement de ce nombre entraîne le rejet du lot.

**m** : nombre ou niveau maximum de bactéries/g, les valeurs supérieures à ce niveau sont soit admissibles, soit inadmissibles.

**M** : quantité servant à distinguer les aliments d'une qualité admissible de ceux d'une qualité inadmissibles. Les valeurs égales ou supérieures à M dans l'un quelconque des échantillons sont inadmissibles à cause des risques qu'elles présentent pour la santé, des indicateurs sanitaires ou des risques de détérioration. (**Journal Officiel, 2006**).

***CHAPITER III : MATERIEL  
ET METHODE***



### III.1 Introduction :

Le présent travail, effectué au laboratoire d'analyse affilié à l'Algérienne Des Eaux «ADE» de la wilaya de Ghardaïa, a pour objectif d'analyser les différents paramètres physicochimiques et microbiologie de l'eau de deux source de la région metlili (**chabet Sidi Sheikh et Hadj Omar**) et différents type de stockage (poterie, verre) à période 3 jours dans le même condition.

### III.A Définition de la poterie :

Poterie: « le terme poterie désigne des vases et récipients à usage essentiellement domestique ou culinaire réalisés en terre cuite poreuse qui peuvent demeurer bruts ou recevoir un revêtement glaçure.par métonymie, le terme poterie désigne également la technique de production et l'atelier du potier. il est employé souvent à tort comme synonyme du terme plus large de céramique, qui inclut toutes les formes de terre cuite : objets architecturaux (tuiles, carreaux, etc.), lampes, figurines ainsi que des objets divers (pipes, tuyaux...). bien que la faïence soit techniquement une poterie, avec sa terre poreuse rendue imperméable par un émail blanc à base d'étain, le public préfère réserver l'appellation poterie aux pièces de terre cuite brutes ou vernissées, à la facture populaire ou artisanale. les grès et porcelaines, dont la pâte vitrifiée à haute température, ne sont pas appelés poteries».(**Haddadj et Amis,2016**).

### III.B Définition de verre:

Le verre est un matériau dur, fragile (cassant) et transparent à la lumière visible, à base d'oxyde de Silicium (Silice  $\text{SiO}_2$ , le constituant principal du sable). les verres silicatés transparents sont les plus répandus, par exemple pour les fenêtres, les bouteilles ou les verres à boire. il existe cependant d'autres types de verre organiques ou métalliques.(**fiche de travail** ).

### III.2 Représentation de la région d'étude: (**Benesseddik, 2019**).

#### III.2.1 Situation géographique et lagéomorphologie:

##### III.2.A Situation géographique de la commune de Metlili:

La wilaya de Ghardaïa se situe au centre de la partienord de sahara. Aa environ 600 Km de la capitale alger. ses coordonnées géographiques sont :

- Altitude 480m.

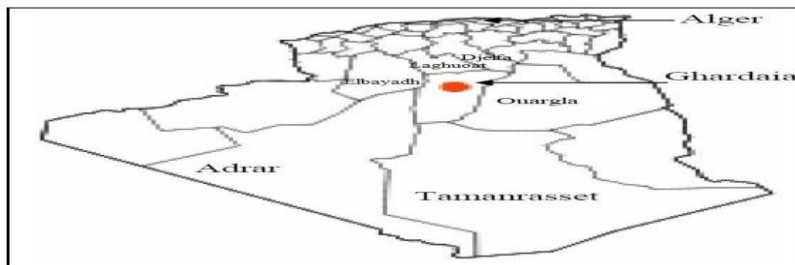
### Chapitre III.....matériel et méthode

- Latitude  $32^{\circ}30'$  Nord.
- Longitude  $3^{\circ}45'$  Est.

La wilaya de Ghardaïa couvre une superficie de  $86.560\text{km}^2$ , elle est limitée:

- Au Nord parla wilaya de Laghouat (200 km)
- Au Nord Est parla wilaya de Djelfa (300 km)
- A l'Est parla wilaya d'Ouargla (200 km)
- Au Sud parla wilaya de Tamanrasset (1200 km)
- Au Sud-ouest parla wilaya d'Adrar (800 km)
- A l'Ouest parla wilaya d'el-Bayadh (350 km)

La wilaya comporte actuellement 13 communes regroupées en 9 daïras pour une population estimée à 455.572 habitants, (D.P.S.B.2016).



**Figure 01:** Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa (Benesseddik, 2019).

La commune de Metlili est située au Sud de la wilaya de Ghardaïa à une distance de 45 km figure (02), elle couvre une superficie de  $7300\text{Km}^2$ . et est repérée par les coordonnées suivantes :

- L'altitude  $32^{\circ}16'$  nord et
- La longitude  $3^{\circ}38'$  Est,
- Altitude de 455 m.

Elle est limitée:

Au nord par: la wilaya d'el Bayadh et les communes de Daya, ounoura, El Atteuf et Zelfana.

Au sud par: la commune de Sebseb

l'est par: la wilaya de Ouargla.

- l'ouest par la wilaya d'El Bayadh

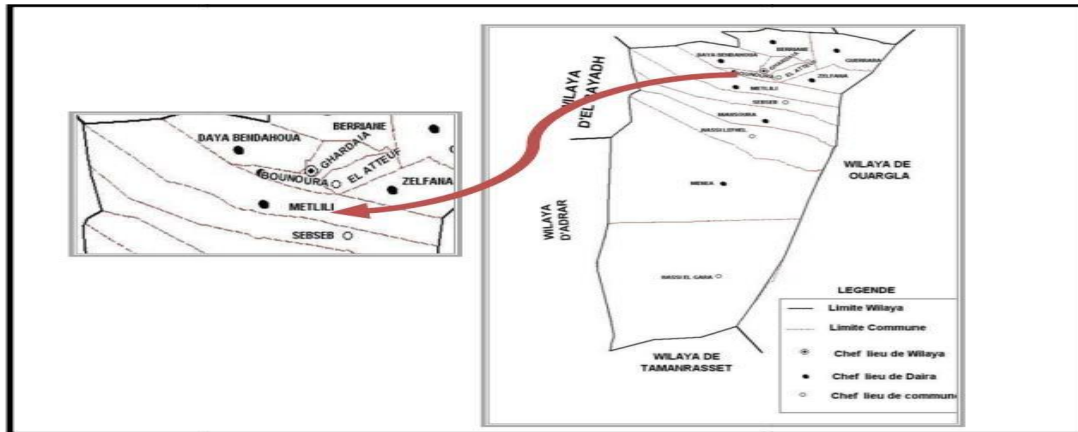


Figure 02 : Situation géographique du commun de Metlili

### III.2.B- La géomorphologie:

La région de Metlili est caractérisée par un relief très accidenté formé par un réseau serré de ravines séparées par des crêtes ou des croupes. Les ravins sont sous l'action de l'érosion pluviale au début du quaternaire.

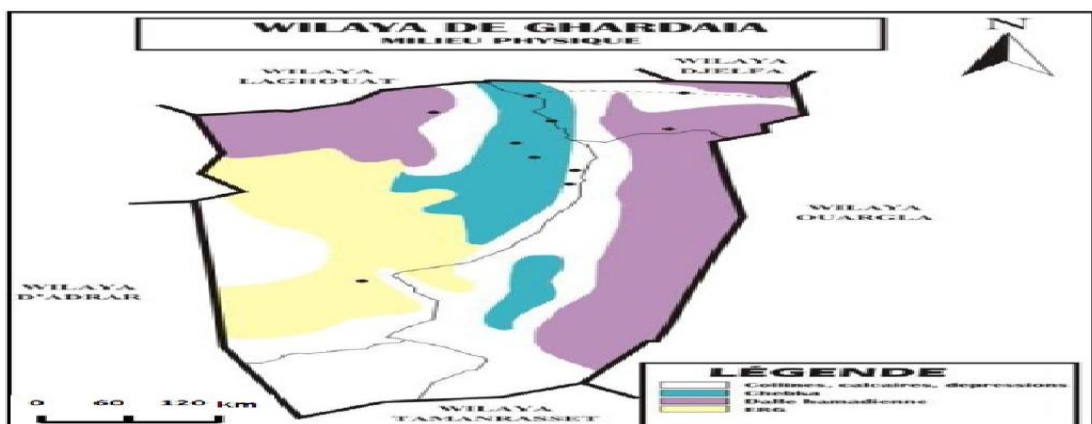
a/ Les oueds : oued Metlili, dont l'orientation est l'Ouest vers l'Est jusqu'aux environs de Ouargla

b/ Hamada: terrerégulée qui existe à l'est de la région de Metlili

c/ Chebka : comme une terre rocheuse ou existe les lignes des ensembles des oueds exemple oued Metlili, oued Sebsebou Oued N'Sa.

d/ Aregs : est une formation des sables différents en volume soit mobiles ou stables, ils occupent une grande partie de la superficie total de la wilaya de Ghardaïa. (Benesseddik, 2019).

Figure 03: Carte géomorphologique de la région Ghardaïa (Benesseddik, 2019).



### III.3 Présentation de l'ADE :

#### II.3.A Introduction à l'eau algérienne:

L'Eau Algérienne est un établissement national à caractère industriel et commercial doté de la personnalité juridique et de l'indépendance financière. elle joue également un rôle majeur dans l'économie nationale en assurant l'approvisionnement en eau potable des particuliers et des institutions. elle a été créée par le décret exécutif n° : 101- 2001 en date du : 27 Muharram 1422 correspondant au 21/04/2001. Sous le slogan « L'eau est partout » l'eau est pour tous, l'institution est placée sous la tutelle du Ministre chargé des Ressources en Eau, et son siège social est dans la ville d'Alger et elle compte 15 régions réparties sur l'ensemble du territoire national.(ADE, GHARDAIA).

#### III.3 .B Programme de travail algérien pour l'eau :

Le programme algérien de l'eau se concentre sur les tâches suivantes :

- Transfert de propriété.
- Améliorer la quantité d'eau due à chaque logement.
- L'utilisation de moyens avancés dans le système de gestion.

Porter attention au cadre technique et juridique de l'eau en termes d'amélioration du service et de la tarification.( ADE, GHARDAIA).

#### III.3.C Missionsde l'Eau Algérienne :

Dans le cadre de la politique nationale de développement, la société est chargée d'assurer la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau potable sur l'ensemble du territoire national en prenant en charge les activités d'exploitation de la production, du transport, du traitement, du stockage, de la traction, de la distribution et de l'approvisionnement. d'eau potable et d'eau industrielle, ainsi que le renouvellement et le développement de ses ouvrages de base a ce titre, par délégation, les missions suivantes :

1. Suivi de la qualité de l'eau distribuée
2. Initier toute action visant à économiser l'eau, notamment en :
  - Améliorer l'efficacité des réseaux de transport et de distribution

Introduire des technologies pour économiser l'eau lutter contre le gaspillage de l'eau en développant des processus d'information, de formation, d'éducation et de

sensibilisation des usagers filmer des programmes d'études à vocation éducative pour diffuser la culture de l'économie de l'eau

3. Planification et mise en œuvre des programmes d'investissement annuels et pluriannuels.

4. Fournir et distribuer de l'eau potable à tous les districts de l'état.

5. Travail sur la rationalisation de la consommation d'eau

6. Recherche de sources alternatives et stratégiques.

7. Préparer des études relatives aux eaux souterraines, à leur disponibilité et à la meilleure façon d'en tirer profit.(ADE, GHARDAIA).

### **III.4 propriétés :**

L'eau algérienne est détenue par la fusion de l'Agence de Gestion de l'Eau Potable (AGEP) et de 09 entreprises publiques qui (EPIC)couvrent 22 états.

5- I- Ouvrages :

L'eau algérienne est constituée de 15 régions réparties selon la répartition géographique, elles-mêmes divisées en 49 unités. nous avons également effectué notre stage à la Société Algérienne des Eaux (Unité Ghardaïa), qui appartient à la région de Ouargla.( ADE, GHARDAIA).

### **III.5 Définition de l'unité de Ghardaïa :**

C'est l'une des unités affiliées à la région de Ouargla, et elle a rejoint l'institution mère en l'an 2006/21 avril, et elle effectue le même travail de cette dernière en assurant le bon fonctionnement de l'eau potable au niveau de l'État.

Cette institution se compose d'une unité et de 8 centres, qui sont :

1. Centre Ghardaïa. 2. Centre Colonel Lutfi. 3. Centre Bannoura. 4. Centre Brian.

5. Centre Qarara. 6. Centre Metlili. 7. Centre Invincible. 8. Centre de Zalfana .

### **A- Bref historique :**

La Société économique algérienne de l'eau à Ghardaia a connu plusieurs noms qui sont, dans l'ordre :

Tout d'abord, il est apparu lors de la colonisation française de l'Algérie dans les années 1938 à 1970 (A.E.E.S.S.A) l'administration régionale des eaux souterraines du sud algérien.

Deuxièmement : De 1970 à 1974 (S.O.N.A.D) la National Water Distribution Corporation.

Troisièmement : De 1974 à 1984 (R.C.E.A) l'administration régionale de la désinfection des eaux.

Quatrième : De 1984 à 1987 (E.P.E.L) l'établissement public de production, de gestion et de distribution d'eau de Laghouat.

Cinquième : De 1987 à 2006 (E.P.E.G) l'établissement public de production, de gestion et de distribution d'eau de Ghardaïa

Et depuis le 21 avril 2006 à ce jour, la Société Algérienne des Eaux est devenue, et cette dernière s'est attachée à délimiter ses installations de base pour donner un nouveau souffle à sa gestion et à la transformation organisée en sa faveur en centre de production pour la gestion et distribution d'eau algérienne. (**ADE, GHARDAIA**).

### **B- Objectifs et principales activités de l'institution:**

- 1/ L'approvisionnement et le traitement de l'eau pour répondre aux besoins des citoyens et de tous les secteurs et secteurs de l'économie.
- 2/ Production, exploitation et suivi du traitement de l'eau.
- 3/ Alimentation en eau potable de ses départements et communes.
- 4/ Gestion et maintenance des réseaux de dépollution et autres ouvrages.
- 5/ Mettre en place une tarification de l'eau conformément aux arrêtés ministériels.
- 6/ Appliquer les dispositions du livre des coûts approuvées par le Ministère des Finances.

Si nous considérons ces buts, nous voyons que leurs buts sont :

La Fondation mène diverses activités de manière ordonnée, harmonieuse et précise pour assurer son bon fonctionnement et répondre aux besoins du projet et de la population. Elle effectue les tâches suivantes :

- Fournir et traiter l'eau pour répondre aux besoins des citoyens et de tous les secteurs et secteurs de l'économie.
- Opérations (gestion, entretien) et installations ayant pour objet de compléter, traiter, détourner, stocker et distribuer l'eau potable.

Gérer et organiser avec précision les réseaux de distribution d'eau.

- Mettre en œuvre la tarification de l'eau et fournir de l'eau potable à ses départements subordonnés et aux municipalités relevant directement du gouvernement central. Surveiller la qualité de l'eau distribuée.
- Contrôler le travail et ses tâches d'accompagnement et les missions des associations locales.
- Acheter des matériaux auprès des fournisseurs et les stocker pour répondre aux besoins du projet et de son centre de ce qui précède, on peut dire que l'activité principale de l'agence est de fournir de l'eau après qu'elle ait été extraite du puits et traitée avec diverses analyses puis distribuez-le. (ADE, GHARDAIA).

### **III.7 Définition de laboratoire :**

En 1996 l'établissement public de production de gestion et de distribution d'eau Ghardaïa (E.P.E.G) a été renforcé par un laboratoire central, c'était parmi les quatre premiers laboratoires pilote au niveau national et lors de transfert (E.P.E.G) au (ADE) en 2006; le laboratoire a été équipé par un nouveau équipements qui permis à élargir le domaine de contrôle et d'analyse du laboratoire.

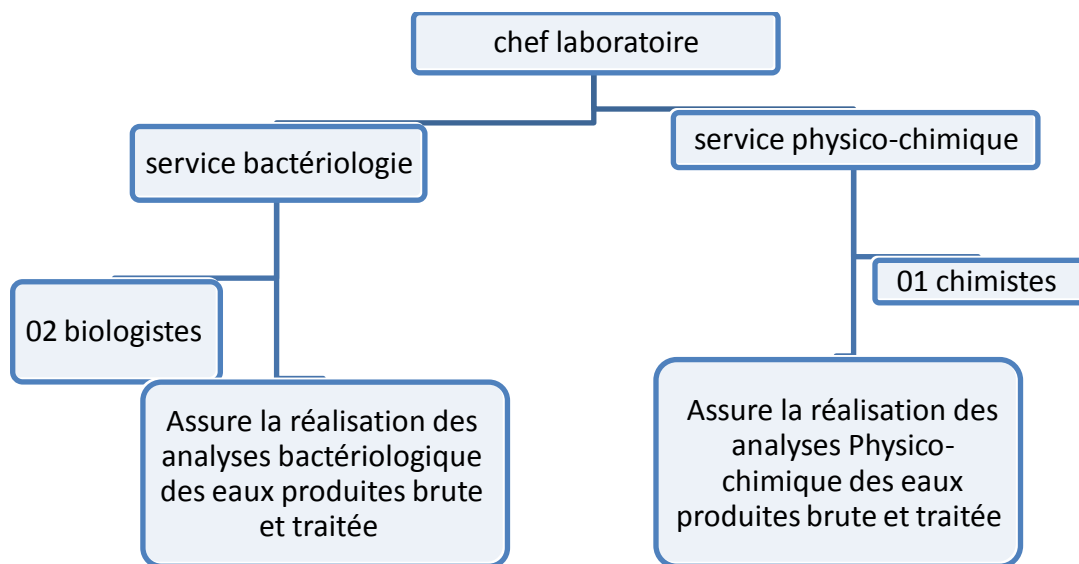
Le suivi périodique de la qualité d'eau distribuée est assuré par notre laboratoire d'analyses, à travers le contrôle régulier et systématique des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des eaux. Les tests sont effectués au niveau des châteaux d'eau et à des divers points du réseau de distribution. Le taux de chloration est régulièrement contrôlé, par les agents qualifiés

## Chapitre III.....matériel et méthode

du laboratoire de l'établissement. ces tests garantissent la désinfection de l'eau et permettent de vérifier le taux de tolérance adéquat (de 0.2 mg/L à 0.8 mg/l).

Toute suspicion est immédiatement examinée et vérifiée. Ainsi, le traitement soutenu de l'eau distribuée et les critères de potabilité sont constamment suivis par l'équipe des biologistes et chimistes de notre propre laboratoire, au moyen de techniques analytiques périodiques opérés selon les procédures et méthodes officielles d'analyses.

La superficie du laboratoire est de 213m<sup>2</sup>, constituée de 09 salles gérées par le chef laboratoire, 03 chefs de services, 02 biologistes, 01 chimiste et 07 agents sous contrat DAIP.(ADE, GHARDAIA).



Le schéma : représente l'organigramme du laboratoire (ADE, GHARDAIA)

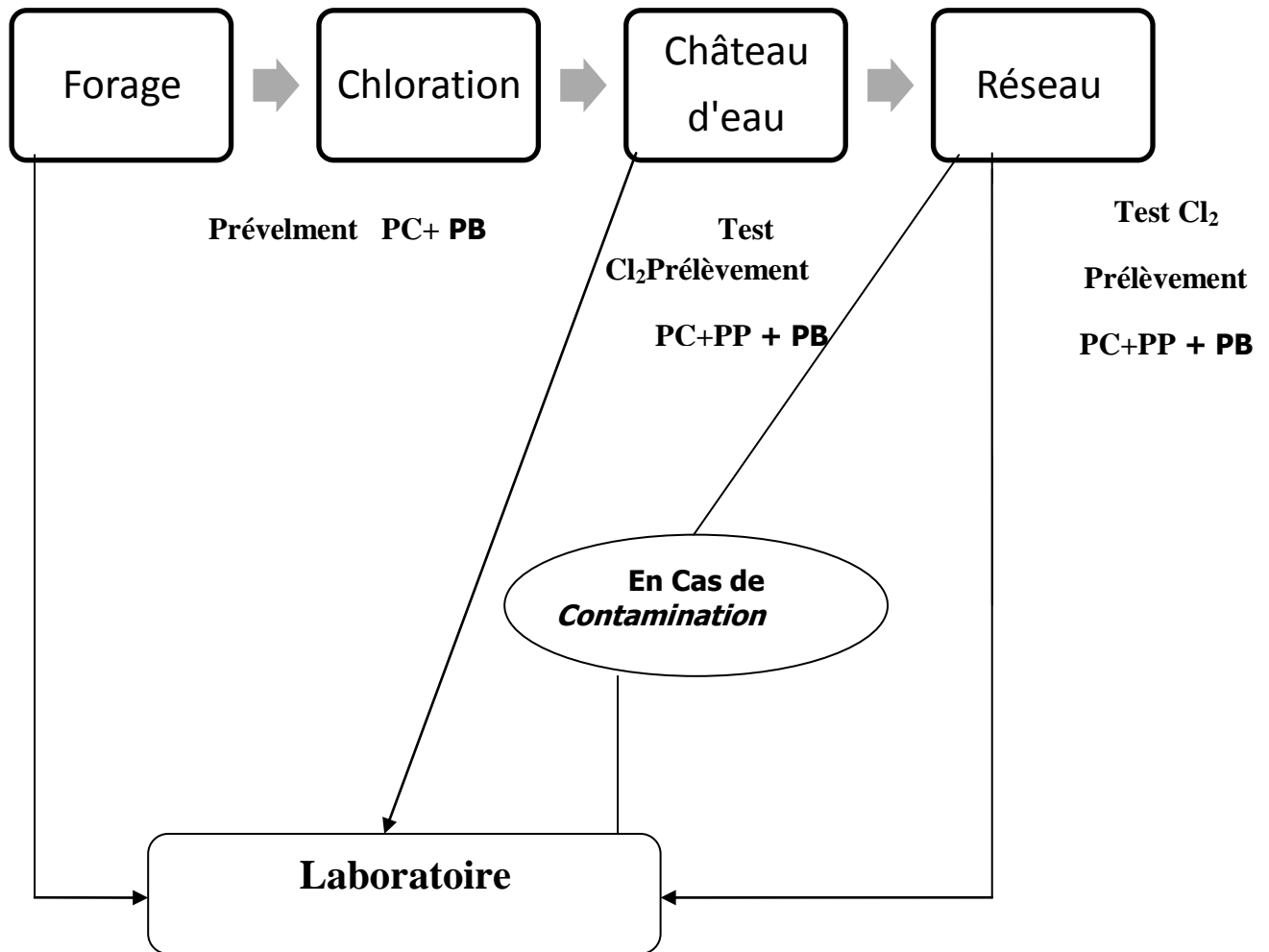
### III.8- Différentes structures de laboratoire ADE

Le laboratoire ADE est composé de :

- Salle des analyses physico-chimiques
- Salle des analyses bactériologiques.
- Salle des stockages (réactif, milieux de cultures).
- Un bureau du chef de laboratoire.



III.9 Rôle du laboratoire par rapport du citer de l'eau (ADE, GHARDAIA)



**NB :**

*PC : Prélèvement Complet*

*PB : Prélèvement Bactériologique*

*PP : Prélèvement Partiel*

Disposition de fonctionnement du laboratoire.(ADE, GHARDAIA).

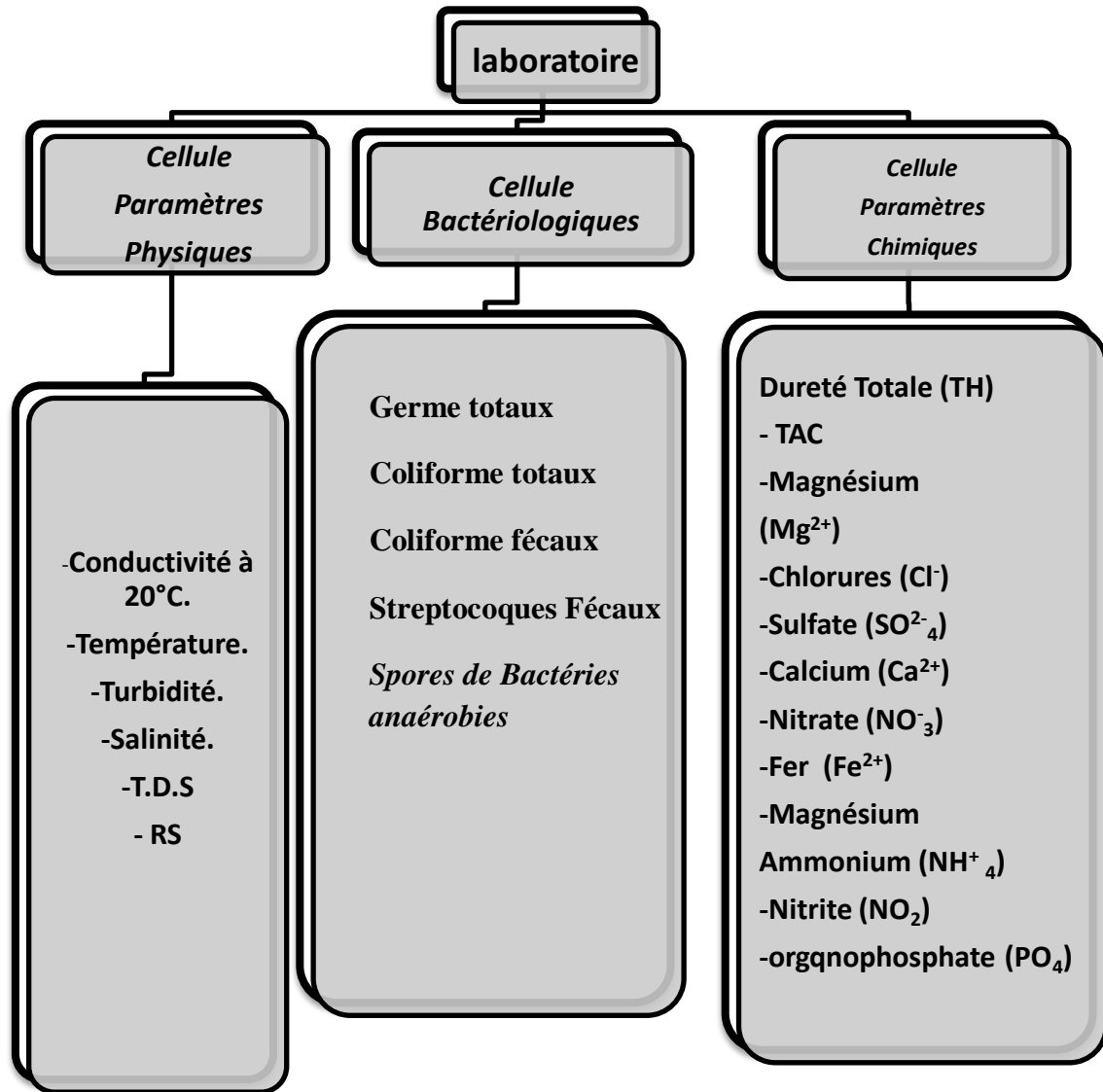


Figure04:L'analyse défient de le contrôle de qualité d'une eau (ADE, GHARDAIA ).

### III.10 Prélèvement d'échantillonnage :

Dans ce cas, le traitement est réalisé dans les meilleures conditions possibles.

Infertilité. avant d'obtenir l'échantillon réel :

### **Chapitre III.....matériel et méthode**

---

– Retirer l'aérateur et le tuyau en caoutchouc adaptés au robinet choisi

si nécessaire, enlever les nodules calcaires pouvant contenir archive;

– Se laver très soigneusement les mains et les avant-bras, rincer à l'alcool, sécher;

– Allumez le robinet pendant au moins 1 minute, par exemple avec chalumeau portatif au gaz butane;

– Ouvrir le robinet et le laisser couler 3 à 5 minutes avant de prélever.

Les aides sont utiles pendant l'attente et la collecte gardez le chalumeau allumé, juste au-dessus du robinet d'eau;

L'opérateur peut l'utiliser comme bec bunsen dans son exploitation dans le laboratoire. Lorsque les échantillons sont prélevés par des opérateurs expérimentés,

Récipient d'échantillonnage utilisant l'emballage normal avant, procédez comme suit :

– Libérer le haut du flacon de l'emballage stérile, libérant ainsi emballage spécial en liège ;

- Pour vérifier que cet emballage est intact, tenez le capuchon dans votre main gauche déchirez et attrapez la partie circulaire que vous touchez à travers le papier le plan de l'auriculaire plié de l'autre main selon les gestes bactériologiques typiquement, le couvercle est entièrement dégagé du boîtier,

Continuez ainsi, enfoncez par le bas, près de la flamme si possible tout au long de prenez la bouteille avec votre main gauche et approchez-la avec vos doigts libres main droite, utilisez-les pour enlever le coton bloquant le cou ;

– Enclenchez rapidement les bords de ce col ; remplissez presque complètement

La bouteille, flambez à nouveau rapidement le bord du goulot et mettez le bouchon.

Si vous utilisez un emballage simplifié, tenez le flacon dans la main gauche ,sortez la bouteille de l'enveloppe, saisissez la surface plane, retirez le capuchon (cela fera tomber la bande, l'empêchant de se coincer) et maintenez-la près de la flamme lors de la mise en bouteille. pour ça et le reste traitement.

Une fois l'échantillon terminé, écrivez les informations nécessaires sur l'étiquette

Identification des échantillons. remplacement de la bouteille dans l'enveloppe

Papier, privilégiant le liège et la protection du cou. dans un tableau annexe, noter toutes les informations utiles à l'interprétation analyser. mettez le tout dans un boîtier métallique si nécessaire. (Rodier et al., 2009).

### III.11 Transport des échantillonnage au laboratoire :

Le transport des échantillons des analyse physico-chimique se fait de façon directement au laboratoire pour faire les analyse au maximum de 48h.

Le Transport des échantillons des analyse bactériologique se fait par des glacière avec un glace au laboratoire pour faire les analyse au maximum avant 24h (L'analyse bactériologique doit commencer dans les 6 heures suivant le test échantillon). Si le transport dure plus de 6 heures et que la température extérieure est inférieure au-dessus de 10°C, le transport doit être effectué dans une glacière à une certaine température en dessous de 4°C. enfin, les échantillons sont placés en chambre froide dès leur arrivée Laboratoire avant de commencer l'analyse (ADE,GHARDAIA).

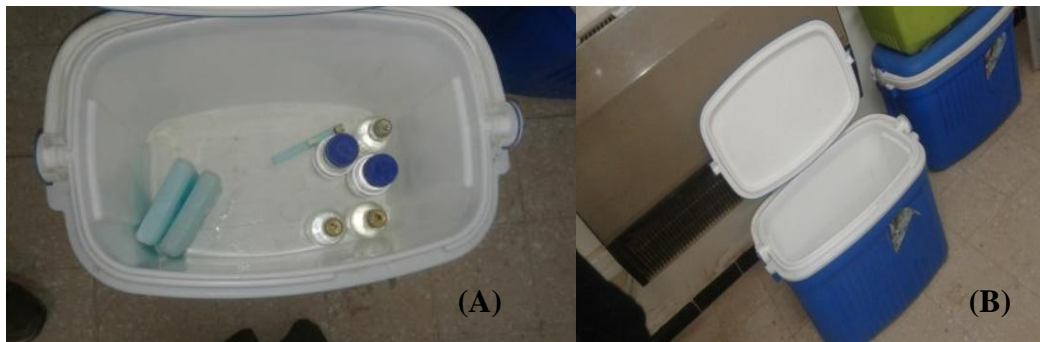


Figure05:(A,B): Stockage des échantillons dans une glacière.

### III.12 la méthode de stérilisation des flaon de prélèvements:(Annexe).

### III.13 Méthodes d'analyses organoleptiques:

Les paramètres sensoriels de l'eau doivent être échantillonnage.

### A) Couleur:

Estimez la couleur de l'eau en effectuant une simple inspection visuelle de l'échantillon.

### B) Odeur:

L'odeur est évaluée par simple odeur.

### C) goût :

Le goût est détecté par la dégustation.

## III.14 Les Paramètres physico-chimique:

### III.14.1 Paramètre physique :

**Tableau 01:** Matériels utiliser pour l'analyse des paramètres physico-chimiques

Paramètre	Matériels	Unité
pH	pH mètre de mesure	-
T <sup>0</sup>	Conductimètre demesure	°c
Turbidité	Turbidimètre HACH2100N	NTU
Conductivité	Conductimètre demesure	µs/cm
TDS	Conductimètre demesure	mg/L
Salinité	Conductimètre demesure	-

### A ) Détermination du pH:

Le potentiel d'hydrogène (pH) mesure l'acidité et la basicité d'une solution. la mesure est effectuée par un pH mètre électronique relié à une électrode.

La détermination électro - métrique du pH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre une électrode en verre et une électrode de référence (calomel-KCl saturé) plongeant dans une même solution. ( ISO).

- **Réactifs:**

Eau distillée, Solution tampon

- **Matériel:**

pH-mètre, Electrode, Agitateur magnétique, barreaux magnétiques,

Bécher de 50 ml.

### Mode opératoire

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH -mètre au niveau du laboratoire. tout d'abord, l'électrode doit être éclairée et rincée avec de l'eau distillée. ensuite, environ 100 ml de l'eau analysée doivent être placés dans un bécher stérilisé, et l' électrode du pH -mètre doit être tapé.

Enfin, après s'être bien immergé dans le bécher, on commence le processus de lecture Seule la valeur du pH affichée à l' écran était notée

- **Expression des resultants:**

Les résultats sont obtenus directement à partir de la lecture au pH mètre.



**Figure 06:** pH mètre de mesure(ADE, GHARDAIA).

### **B)Détermination du Température ( T):**

- **Principe :**

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, donc dans la détermination du pH et sur la conductivité.

- **Réactifs:**

Solution tampon, eau distillée, eau a analysé.

- **Matériels:**

Pissette, bécher, conductimètre.

- **Mode opératoire:**

A défaut de moyen, la température de l'échantillon prélevé ne sera utilisée qu'après son arrivée au laboratoire d'analyse conductimètre intégré pour suivre le même protocole pour mesurer des mesures de conductivité spécifiques, suivez ces étapes : vous devez d'abord allumer conductimètre et rincer la sonde à l'eau distillée, puis verser environ 100 ml L'eau à analyser est dans un bécher (stérilisé), et la sonde

## Chapitre III.....matériel et méthode

est insérée dans le béccher de sorte que plongez-vous de dans, et enfin nous commençons à lire. une fois que cela s'est installé, il ne reste plus qu'à faire attention à la valeur Température affichée à l'écran en °C.

- **Expression des resultants:**

Les résultats sont obtenus directement à partir de la lecture au conductimètre demesure.



**Figure 07 :** Conductimètre (ADE, GHARDAIA).

### C ) Détermination du Turbidité :

- **Principe :**

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice, micro-flocs ...). celles-ci atténuent la radiation incidente et les particules insolubles diffusent la radiation de façon inégale. l'appareil employé fonctionne sur le principe de la mesure diffusée. la longueur d'onde de la radiation incidente est de 860 nm comme recommandé dans la méthode ISO 7027 et ce, afin d'éviter l'influence des matières dissoutes absorbant la lumière. la turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute

- **Mode opératoire :**

La turbidité a été mesurée à l'aide d'un turbidimètre HACH2100N

Allumez le turbidimètre.

Agiter l'échantillon et remplir la cuvette.

Essuyez le bol avec du papier absorbant pour éviter de laisser des marques dessus.

Insérez le bol en place dans l'appareil et fermez le couvercle.

Notez la première valeur affichée.

- **Expression des resultants:**

Les résultats sont obtenus directement à partir de la lecture au conductivimètre de mesure.



**Figure 08 :** Turbidimètre (ADE, GHARDAIA).

### D) Détermination du Conductivité:

- **Principe :**

La conductivité électrique d'une eau est une mesure du courant électrique conduit par les ions présents dans l'eau. dépende de la concentration, nature des ions, de la température et la viscosité de la solution.

La conductivité d'une solution est définie comme la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1\text{cm}^2$  de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. elle est l'inverse de la résistivité électrique. l'unité de la conductivité électrique est le siemens par mètre (S/m) mais est généralement exprimée en micro-siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

- **Mode opératoire:**

Mettez-le d'abord en marche et rincez la sonde avec de l'eau distillée, puis verser environ 100ml d'eau à analyser dans un bécher (stérilisé), puis tremper la sonde Entièrement immergé dans un bécher, et enfin nous commençons la lecture. une fois stabilisé, il notez tout de même la valeur de conductivité affichée à l'écran en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

- **Expression des resultants:**

Les résultats sont obtenus directement à partir de la lecture au conductimètre demesure (Figure.07).

### E) Détermination les Solides Dissous Totaux TDS (SDT):

- **Principe :**

Mesurage spectrométrique du compose bleu former par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de



## Chapitre III.....matériel et méthode

sodium.les ions hypochlorite sont générés in situ par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichoroisocyanurate de sodium.

- **Mode opératoire:**

Le TDS est mesuré avec un conductimètre (Figure.07), il suit donc la même le mode de fonctionnement est le même que la mesure de la conductivité, mais pour afficher sa valeur, il suffit réglez l'appareil sur mesure et cellule en cliquant sur le bouton TDS et affichez directement sur l'écran en mg/L.

- **Expression des résultats:**

Les résultats sont obtenus directement à partir de la lecture au conductimètre de mesure de la conductivité à l'aide d'un conductimètre

### F) Détermination la salinité:

#### Principe:

La salinité désigne la concentration des sels minéraux dissous dans l'eau.

#### Mode opératoire:

La salinité et le TDS ont été mesurés avec un conductimètre (Figure.07 ), à partir de la même manière, nous avons cliqué sur le bouton Sal,

### III.14.2 Les Paramètres de pollution par Spectrophotométrie:

Tableau 02:Matériels utilisés pour l'analyse des paramètres spectrophotométriques.

Paramètre	Matériels	Unité
Fer Fe	Spectrophotomètre.	mg/L
Phosphate P	Spectrophotomètre.	mg/L
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Spectrophotomètre.	mg/L

#### A) Dosage du fer:

- **Principe :**

Addition d'une solution de phénantroline-1.10 a une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge- orange à une longueur d'onde de 510 nm.

### Chapitre III.....matériel et méthode

---

Le complexe fer phénantroline-1.10 est stable dans l'intervalle de pH de 2.5 à 9 et l'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité du fer.

- **Réactifs :**

Acide sulfurique pur (1,84 g/ml).

Acide sulfurique (4,5 mg/L).

Acide chlorhydrique HCl.

Solution acétate tampon.

Solution chlorhydrate d'hydroxylamine.

Solution de phénantroline-1,10.

Solution mère du fer a 0,1g/l

- **Mode opératoire :**

A l'aide d'une pipette graduée, prélever 50 ml d'échantillon dans une fiole jaugées

Ajouter 1 ml d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) dans un verre, suivi de 1 ml de chlorhydrate Hydroxylamine et verser dans une fiole jaugée de 100 ml, puis bien mélanger la solution , ajouter 2 ml de solution tampon d'acétate et 2 ml de solution de phénol, après A l'abri de la lumière pendant 15 minutes, il en est de même pour le test à blanc, Enfin, nous passons aux lectures du spectrophotomètre qui commencent par un test à blanc comme indiqué.

- **Expression des résultats**

Le résultat est affiché sur l'écran du spectrophotomètre en mg/L.et exprimé en mg/L de  $Fe^{+2}$ .



**Figure 09:** spectrophotomètre (ADE, GHARDAIA).

### B) Dosage du phosphore(p):

- **Principe:**

C'est une réaction des ions orthophosphates avec une solution acide contenant des ions molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl-phosphomolybdate.

- **Mode opératoire:**

A l'aide d'une éprouvette on verse 40ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée de 50ml, puis on ajoute 1ml de l'acide ascorbique on agite, ensuite on ajoute 2ml du réactif molybdate et on complète jusqu'à 50ml, on attend 20 à 30min si il y'a apparition de couleur bleu, alors on effectue la lecture au spectrophomètre de même pour l'essai à blanc pour le prendre comme référence.

- **Expression des résultats :**

Les résultats sont exprimés en mg/L. avec l'appareil spectrophomètre (Figure.09).

### C) Dosage de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ):

- **Principe:**

L'ammonium réagit avec les ions hypochlorite (qui sont générés par hydrolyse alcaline du sel de sodium de dichloroisocyanurate de sodium) pour former des chloramines qui vont réagir par la suite avec le salicylate de sodium à  $\text{PH}=12,6$  en présence de nitrosopentacyanoferrate pour former un composé bleu. du citrate de sodium est incorporé aux réactifs pour masquer l'interférence des cations, notamment le calcium et le magnésium. le composé bleu est dosé spectrométriquement à la longueur d'onde  $\lambda=655\text{nm}$ .

- **Réactifs:**

Eau exempte d'ammonium.

Réactif coloré.

Solution de dichloroisocyanurate de sodium.

- **Mode opératoire:**

A l'aide d'une éprouvettes on verse 40ml d'eau à analyser dans une fiole jaugées de 50ml, puis on ajoute 4ml de réactif coloré d' ammonium  $\text{NH}_4^+$  on agite bien la solution , on remarque l'apparition d'une couleur jaune, ensuite on ajoute 4ml de la solution de dichloroisocyanurate de sodium et on complète jusqu'a 50ml, on

## Chapitre III.....matériel et méthode

attend 40 min à 1h si il y' apparition d'une couleur verte, alors on effectue la lecture au spectrophomètre de même pour l'essai a blanc.

- **Expression des résultats :**

Les résultats sont exprimés en mg/L avec l'appareil spectrophomètre (Figure.09) .



Figure 10 : dosage de  $\text{NH}_4$

### III.14.3 Les Paramètres Volumétriques:

Tableau 03 : Matériels et Réactifs utiliser pour l'analyse des paramètres Volumétriques

Paramètre	Matériels	Réactifs	Unité
TAC	Burette graduée	Solution acide HCl. Vert de promocrisole .	mg/L
TH	Burette graduée	Solution E.D.T.A. Solution tampon. Mordant Noir.	mg/L
Calcium $\text{Ca}^{2+}$	Burette graduée	Solution E.D.T.A. Solution NaOH. Pince HSN.	mg/L
Chlorures $\text{Cl}^-$	Burette graduée	Nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ). Solution chromate de potassium( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ).	mg/L

## Chapitre III.....matériel et méthode

Magnésium $Mg^{2+}$	-PA par calcule	-	mg/L
---------------------	-----------------	---	------

### A) Détermination du Titre Alcalimétrique Complet TAC :

- **Principe :**

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaires pour neutraliser, aux niveaux de pH 8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser. la première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).

- **Mode opératoire :**

A l'aide d'une éprouvette graduée on introduit 50ml de l'échantillon d'eau à analyser et 50ml d'eau distillée donc un totale de 100ml dans un erlenmeyer de 250ml, on ajoute 3 goutte de la solution vert de promocrisole .on obtient une coloration bleu, on commence à titré avec la solution HCl jusqu'au virage jaune orangé.

- **Expression des résultats**

$$C_{TAC} = V_S * 12.2 * F.$$



Figure.11: dosage après virage



Figure .12: dosage avant virage

### B) Détermination de la dureté TH :

- **Principe :**

La dureté totale détermine la concentration de calcium et de magnésium dissous. Les ions  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$  ont été titrés par titrage complexométrique en solution EDTA à pH=10.

L'EDTA réagit avec les ions libres  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$ , puis au point d'équivalence,  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$  se lie à l'indicateur, la couleur passe de la violation au bleu.

- **Mode opératoire.**

A l'aide d'une éprouvette graduée on introduit 25 ml de l'échantillon d'eau à analyser et 25ml d'eau distillée donc un totale de 50ml dans un erlenmeyer de 250ml,

## Chapitre III.....matériel et méthode

on ajoute a l'aide d'une pipette graduée 4ml de la solution tampon puis une pincer de mordant noir on obtient une coloration rouge foncé violet, on commence a titre avec l'E.D.T.A jusqu'au virage bleu, la couleur ne doit plus changer en ajoutant une goutte supplémentaire d'E.D.T.A.

- **Expression des résultats**

$$C_{TH} = 20 * V * f$$

F : facteur de correction du titre de l'EDTA.



Figure .13: dosage après virage



Figure .14: dosage avant virage

### C) Dosage de Calcium $Ca^{2+}$ :

- **Principe:**

Les ions calcium sont titrés avec une solution d'EDTA, pH compris entre 12 et 13, et l'indicateur HSN forme un complexe rouge avec le calcium. le magnésium précipite sous forme d'hydroxyde.

L'EDTA réagit avec les ions  $Ca^{2+}$  libres, qui se lient ensuite au HSN avec les ions  $Ca^{2+}$ , changeant la couleur du rouge au bleu clair ou au violet.

- **Mode opératoire:**

A l'aide d'une éprouvette graduée on introduit 25ml de l'échantillon et 25ml d'eau distillée donc un totale de 50ml dans un erlenmeyer de 250ml, on ajoute a l'aide d'une pipette graduée 2ml de la solution d'hydroxyde de sodium NaOH, puis on une ajouter pince de HSN obtient une coloration violet on commence a titre avec l'E.D.T.A jusqu'au virage bleu , la couleur ne doit plus changer en ajoutant une goutte supplémentaire d'E.D.T.A.

- **Expression des résultats:**

$$C_{Ca^{2+}} = V_S \times F \times 8.016 \text{ en (mg/L)}$$

V : le volume de titrage.

F : facteur de correction du titre de l'EDTA

### D) dosage des chlorure:

- **Principe:**

Réaction des ions chlorures avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement .addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.

- **Mode opératoire:**

A l'aide d'une éprouvette graduée on introduit 50ml de l'échantillon et 50ml d'eau distillée donc un totale de 100ml dans un erlenmeyer de 250ml ,on prépare aussi un essai à blanc compose de 100ml d'eau distillée dans un erlenmeyer de 250ml car on a besoin comme référence et pour le calcul de la concentration de  $Cl^-$ , puis on ajoute 3 goutte la Solution chromate de potassium ( $K_2 CrO_4$ ) on obtient une coloration jaunâtre, on commence a titré avec la solution de Nitrate d'Argent( $AgNO_3$ ) jusqu'au virage brun- rougeâtre.

- **Expression des résultats:**

$$C_{Cl^-} = \frac{(V_s - V_b) \times c \times F \times f}{V_a}$$



Figure .15: dosage après virage



Figure .16: dosage avant virage

### D/ Dosage de Magnésium ( $Mg^{2+}$ ):

La concentration de magnésium est directement déduite. se trouvé à partir cette formule qui basé sur les concentration de calcium et de TH. la concentration de magnésium  $Mg^{2+}$ .

$$C_{Mg^{2+}} = 4.86 \times (V_{TH} - V_{Ca^{2+}}) \times f$$

$V_{TH}$  : volume de dosage TH.

$V_{Ca^{2+}}$  : volume de dosage de calcium.

$V_{Mg^{2+}}$  : volume de Magnésium.

### III.14.4 Les Paramètres photométrique à Flamme :

#### A) Dosages de Sodium et Potassium :

- **Mode opératoire :**

On verse une certaine quantité d'eau de l'échantillon dans un bécher, on fait rentrer la sonde du spectrophotomètre à flamme a l'intérieure et on fait la lecture. grâce à une gamme étalon établie par le laboratoire pour chaque élément dose, on peut s'y réfère pour déterminer la concentration inconnue.

- **Expression des résultats :**

Les résultats sont exprimés en mg/L, avec la méthode citée dans le mode opératoire.



Figure .17: Spectrophotomètre à flamme

### III.14.5 Les Paramètres gravimétriques :

#### A) Détermination du Réside sec:

- **Principe :**

Evaporation au bain d'eau bouillante d'un volume d'eau choisie en fonction des quantités de matières fixes présentes, dessiccation à l'étuve à température donnée et pesée du résidu.

- **Mode opératoire :**



## Chapitre III.....matériel et méthode

Tout d'abord il faut commencer par le nettoyage et le séchage d'une capsule tarée, puis on la pèse à vide  $P_0$ , on verse un volume de 50 ml de l'échantillon et on met la capsule dans l'étuve à  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , une fois l'eau totalement évaporée on laisse refroidir la capsule puis on la met dans un dessiccateur pour une durée de 15min, enfin on la pèse et on note  $P_1$ .

### Expression des résultats:

$$(p_1 - p_0) * 20000$$

$P_1$ : poids de capsule en gramme + résidu sec.

$P_0$ : poids de capsule en gramme vide.



Figure.18: Dessiccateur.



Figure .19: Balance.

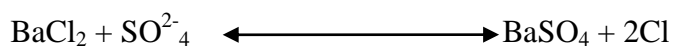


Figure .20: bain marie

### B) Dosage de sulfate :

#### • Principe :

Les ions sulfates sont précipités et dosés à l'état de sulfate de baryum suivant la réaction :



#### • Mode opératoire :

A l'aide d'une pipette graduée on prend 50ml de l'échantillon qu'on verse dans une fiole jaugée de 100ml, à l'aide d'une pipette, on ajoute 1ml acide chlorhydrique d'HCl et 5ml de la solution chlorure de baryum ( $\text{BaCl}_2$ ), puis on agite énergiquement deux à trois fois et on laisse reposer pendant 15min, ensuite on agite à nouveau et de même pour l'essai à blanc, enfin on effectue la lecture au spectrophotomètre en commençant par l'essai à blanc.

#### • Expression des résultats :

Les résultats s'affichent sur l'écran du spectrophotomètre, ils sont exprimés en mg/L.



**Figure 21: dosage de sulfate**

### **III.15 L'analyse bactériologie :**

Afin de déterminer la qualité de l'eau, une analyse bactériologique doit être effectuée. la méthode utilisée pour atteindre ces paramètres est faite en utilisant la technologie de filtration membranaire. bactéries ou bactéries pathogènes ou indicatrices pour déterminer la qualité de l'eau.

Selon le journal officiel d'eau potable le laboratoire on a effectué la recherche des germes ou des bactéries qui sont des indicateurs de contamination fécale. ces paramètres sont : coliformes totaux, coliforme fécaux, *Clostridium sulfito réducteur*, *Escherichia-coli*, streptocoques fécaux

### **III.16 Méthode de filtration sur membrane:**

C'est la technique de concentration la plus utilisée au laboratoire. le plus généralement, on procède à une filtration sur membranes en esters de cellulose, de porosité 0,22  $\mu\text{m}$  ou 0,45  $\mu\text{m}$ , susceptibles de retenir les bactéries. (Rodier et al.,2009).

### **III.17 Matériel pour filtration sur membranes:**

Plusieurs modèles d'appareil de filtration sont commercialisés. ils comprennent tous les éléments de base suivants, dont l'assemblage est schématisé dans la figure ci-dessous.(Rodier et al., 2009).

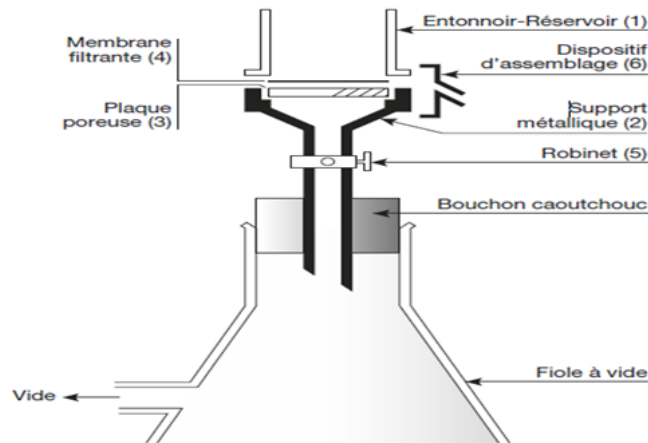


Figure .22 : Coupe schématique d'un appareil de filtration sur membranes

### III.18 Recherche et dénombrement des bactérie:

#### A) Recherche et dénombrement des coliformes(Illa et Cherfaoui,2018):

##### • Principe:

Après filtration de l'eau à analysée, la membrane est déposée sur un milieu gélosé approprié .ceci permet aux colonies se développer préférentiellement au cours d'une incubation de 18 à 24 heures, et sous un aspect suffisamment caractéristique pour autoriser un diagnostic présomptif. celui-ci peut d'ailleurs être confirmé par des repiquages judicieux.

##### • Mode opératoire:

- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose TTC (TGEA). (ANNEXE).
- Cette membrane sera incubée à 37°C, pendant 24 heures et servira à la recherche des coliformes totaux.

#### B) Recherche de coliformes fécaux:

- Remplir par la suite l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.
- Actionner de la même façon la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose TTC(TGEA).

### **Chapitre III.....matériel et méthode**

---

- Cette deuxième membrane sera incubée à 44°C, pendant 24 heures et servira à la recherche des coliformes fécaux.

#### **Lecture et interprétation:**

- Après 24 heures d'incubation, les coliformes totaux et fécaux apparaissent sous forme de petites colonies jaunes ou orangées, lisses, légèrement bombées.
- Etant donné le caractère sélectif de la gélose TTC(TGEA) ; ne pousseront théoriquement que les coliformes.
- Ne dénombrer que les boîtes refermant entre 15 et 300 colonies.
- Le nombre de colonies trouvées sera exprimé dans 100 ml d'eau à analyser.

Après 24 heures d'incubation :

- à 37°C , en ce qui concerne la recherche des coliformes totaux,
- à 44°C , en ce qui concerne la recherche des coliformes totaux,

Procéder au dénombrement de toutes les colonies caractéristiques et rapporter ce nombre à 100 ml d'eau à analyser.

#### **C) Recherche *Escherichia-coli* (Illa et Cherfaou,2018):**

Inoculer le contenu de chaque tube de Schubert positif, puis ajouter trois gouttes de réactif de Kovacs.

#### **• Lecture:**

Apparition d'un anneau rouge. c'est –à-dire présence d'*E-Coli*.

#### **D) La recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (Illa et Cherfaoui, 2018):**

#### **• Principe:**

Après filtration sur la membrane de cellulose, celle-ci est appliquée sur un support nutritif contenant des substances inhibitrices qui laissent se développer préférentiellement les colonies de streptocoques fécaux.

#### **• Mode opératoire:**

On filtrera les mêmes quantités d'eau que pour la colimétrie selon la même technique. le milieu utilisé dans ce cas est le milieu de Slanetz (ANNEXE).

Après filtration, les membranes sont disposées sur le milieu puis incubé à 37°C pendant 48 heures. (Test présomptif).

Les colonies roses ou marron avec un diamètre de 0,5 à 2 mm seraient les streptocoques fécaux.

Pour la confirmation (test confirmatif), transférer la membrane sur BEA, incubé à 44°C.

La lecture se fait après 2 à 3 heures.

La présence de noircissement implique la présence des streptocoques fécaux.

Toutes ces colonies sont comptées puis consignée sur registre.

• **Expression des résultats :**

Le résultat est donné en nombre de germes par 100 ml.

**E) Recherche et dénombrement des *clostridium sulfito réducteur* (Illa et Cherfaoui,2018).**

• **Principe:**

Après traitement de l'échantillon par la chaleur pour détruire les formes végétatives, la filtration sur membrane est déposée sur un milieu sélectif (gélose contenant du sulfate de sodium et des sels de fer) .incuber dans des conditions permettant une croissance en anaérobiose, les colonies *sulfito-réductrices* sont reconnaissables par un halo noir.

• **Mode opératoire:**

\_ Remplir 100 ml d'eau à analyser dans un flacon, le porter au bain Marie à 80°C pendant 10min, puis un refroidissement brutal sous l'eau de robinet (choc thermique qui a pour but d'éliminer la forme végétative et garder la forme sporulée des bactéries sulfito-réducteur.

\_ Retirer la membrane de 0,22um de porosité à l'aide d'une pince stérile après filtration, puis la placer à l'inverse dans la boîte de pétri.

\_ Couler la gélose viande foie (VF) (ANNEXE) sur la membrane, après Refroidissement goutter, la deuxième couche de la gélose.

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

Après 24 heures d'incubation, tous les tubes présentant une culture, du gaz dans la cloche et une sont considéré comme positifs, c'est-à-dire comme contenant des coliformes fécaux.

### **III.19 Identification bactérienne (annexe).**

***CHAPTER IV :  
RESULTAT ET  
DISCUSSION.***

### IV.1 Introduction:

Dans ce chapitre, on étudié les résultats expérimentaux obtenu. le programme expérimental réalisé comprenait faites des recherches sur l'effet d'économie d'eau des poterie et verre .ces résultats ont pour but d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologie des eaux de deux source sources (Source hadj omar et source chabet ) de la commune de metlili wilaya de Ghardaïa.

### IV.2 Résultat des analyse organoleptiques:

#### IV.2.1 La couleur:

Lors des deux prélèvements nous avons constaté que l'eau est incolore cela indique probablement qu'il n'y a pas d'ions ferreux ( $Fe^{+2}$ ) et d'ions ferreux ( $Fe^{+3}$ ); ce sont les principaux facteurs de changement de la couleur de l'eau.

#### IV.2.2 Odeur:

L'eau des deux échantillons étudiés est inodore, ce qui indique vraisemblablement l'absence de produits chimiques et matières organiques.

#### IV.2.3 Goût et saveur:

Lorsque les échantillons ont été prélevés, l'eau des deux échantillons était insipide.

### IV-3Résultat des analyse physico-chimique :

Ces sont des paramètres faciles à mesurer et utiles qui peuvent être utilisés pour visualiser les éléments chimiques les plus importants dans le processus de préservation de l'eau dans le bassin poterie et le verre stocké 3 jours . parmi les paramètres physico-chimiques à surveiller : Température, pH, Conductivité, Turbidité , Compteur d'alcalinité totale TAC, titre hydrographique TH, calcium,

## Chapitre IV .....résultats et discussion

**Tableau .01: résultat physico-chimique de Source d'eau de chabet Sidi Sheikh**

Désignation Paramètre	Témoin	Verre	Poterie	Normes algériennes	Unité
pH	7,67	7,62	7,83	$\geq 6,5$ et $\leq 9$	Unité pH
Température	23,7	23,5	23,3	25	$^{\circ}\text{C}$
Turbidité	0.412	0.712	0.313	5	NTU
Conductivité à 25 $^{\circ}\text{C}$	1435	1435	1350	2800	uS/cm
Salinité	0.5	0.5	0.5	/	%
TDS	753	755	714	--	mg/L
Ammonium	0.031	0.136	0.354	0,5	mg/L
Fer	0.000	0.000	0.000	0,3	mg/L
Phosphor	0.000	0.000	0.000	5	mg/L
Sulfate	654,8	494,7	606,3	400	mg/L
TAC	190.32	200.08	63.44	500	mg/L
Ca $^{++}$	115.430	125.049	96.192	200	mg/L
Mg $^{++}$	95.256	74.844	50.544	200	mg/L
Cl $^{-}$	177.265	177.265	205.627	500	mg/L
TH	680	620	448	500	mg/L
Résidu sec à 105 $^{\circ}\text{C}$	1126	1294	1164	1500	mg/L
K $^{+}$	6,25	6,25	14,54	12	mg/L
Na $^{+}$	100	100	113,63	200	mg/L



## Chapitre IV .....résultats et discussion

**Tableau .02: résultat physico-chimique de Source d'eau de Hadj omar.**

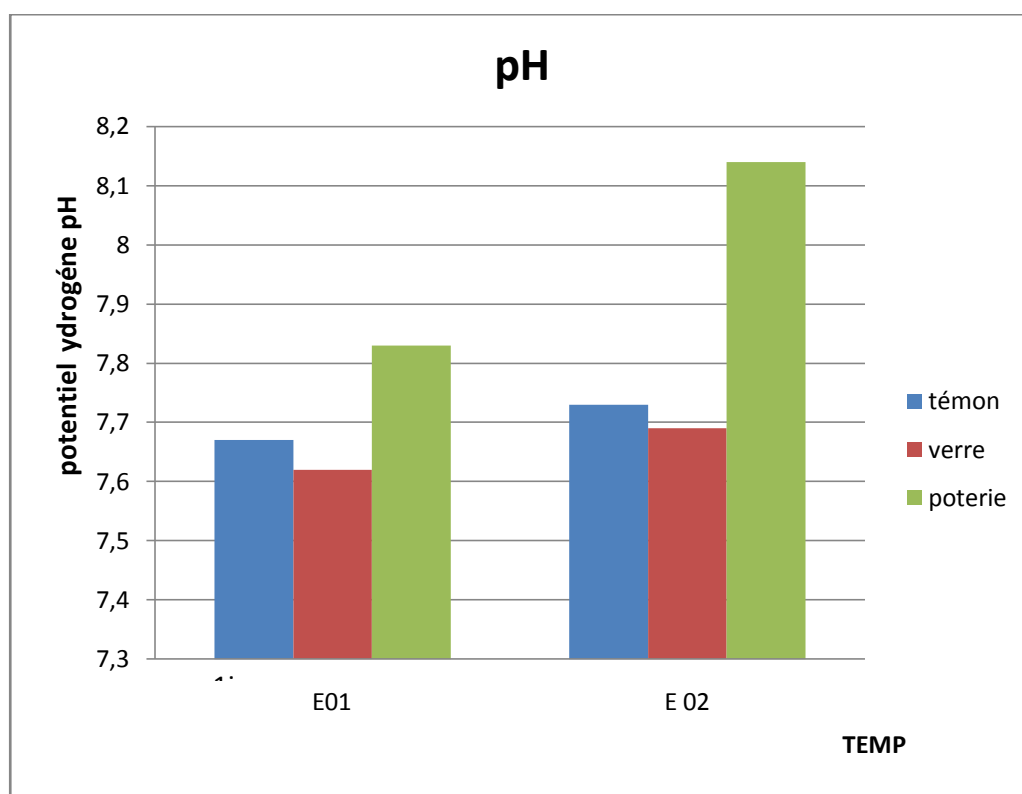
Désignation Paramètre	Témoin	Verre	Poterie	Norme algériennes	Unité
pH	7,73	7,69	8.14	$\geq 6,5$ et $\leq 9$	Unité pH
Température	23,9	23,7	22.5	25	°C
Turbidité	0.370	0.419	1.03	5	NTU
Conductivité à 25°C	993	990	846	2800	uS/cm
Salinité	0.3	0.3	0.2	/	%
TDS	517	518	454	5	mg/L
Ammonium	0.042	0.070	0.112	0,5	mg/L
Fer	0.000	0.000	0.000	0,3	mg/L
Phosphor	0.000	0.000	0.000	5	mg/L
Sulfate	280.4	284.7	227.5	400	mg/L
TAC	202.52	214.72	73.2	500	mg/L
Ca <sup>++</sup>	86.572	84.969	262.604	200	mg/L
Mg <sup>++</sup>	64.152	59.292	44.712	200	mg/L
Cl <sup>-</sup>	107.777	163.522	120.544	500	mg/L
TH	480	456	352	500	mg/L
Résidu sec à 105°C	832	1164	924	1500	mg/L
K <sup>+</sup>	5.625	5.625	14,54	12	mg/L
Na <sup>+</sup>	52.22	51.11	52.22	200	mg/L

**IV-3.1 Les Paramètres physico-chimique :**

**A) Potentiel d'hydrogène pH:**

**Tableau .03 :Résultats de l'analyse des paramètres de pH**

pH	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	Unité pH
	7,67	7,62	7,83	7,73	7,69	8,14	



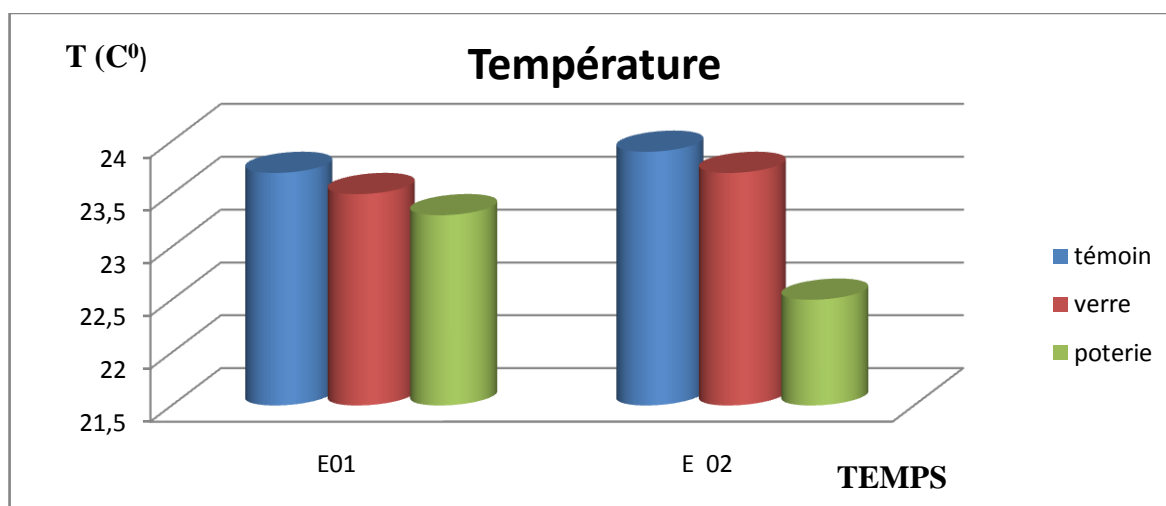
**Figure.01 : Graphique représentatif des résultatsd'analyse des paramètres de pH**

Valeurs de pH obtenues lors de l'analyse des échantillons d'eau des deux zones d'étude. nous avons constaté dans le premier échantillon que le pH dans la poterie était compris entre 7,83 et 7,67 par rapport au témoin, tandis que le pH dans le verre était légèrement inférieur à 7,62. La poterie évolue de 8,14 par rapport au témoin qui atteint 7,73, alors qu'en verre elle est légèrement inférieure à 7,69. toutes les valeurs correspondent aux normes de consommation OMS et algériennes (tableau IV.1, 2)..

### B) Température (T<sup>0</sup>):

**Tableau .04: Résultats de l'analyse des paramètres de T (°C).**

T (°C)	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie 2	
	23,7	23,5	23,3	23,9	23,7	22,5	°C



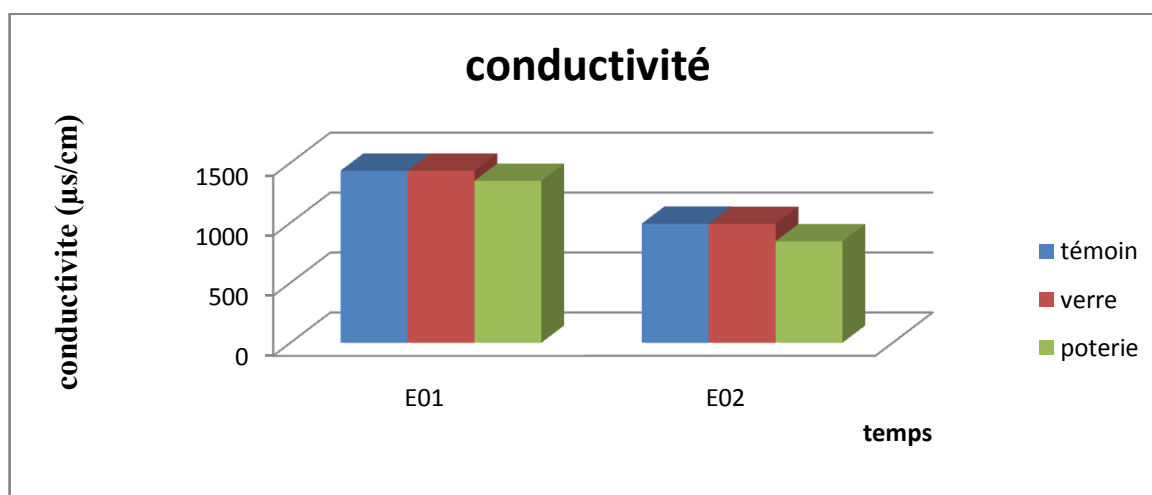
**Figure .02 : Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de T (°C)**

Dans le premier échantillon, on retrouve une quantité de T<sup>0</sup> qui varie de 23,3 °C à 23,5 °C, selon les résultats de l'analyse des échantillons d'eau des deux zones d'étude. par rapport aux scènes où elle atteignait (23,7 °C), il y avait une diminution à la fois de la température du verre et de l'eau potable qui atteignait (23,5 °C) pour le verre et (23,1 °C), respectivement (23,3 °C). la température T<sup>0</sup> varie entre 22,5 et 23,9 °C, dans la deuxième expérience. où il a été enregistré comme diminuant à la fois dans le verre et dans la poterie, le verre atteignant une valeur inférieure à celle du témoin (23,7 °C) et la poterie enregistrant une valeur inférieure atteignant 23,9 °C. (22,5 °C). toutes les valeurs sont conformes à la Norme Algérienne de potabilité (Tableau IV.1,2).

### C) Conductivité :

**Tableau IV.05 : Résultats de l'analyse des paramètres de conductivité**

Cond	E1			E 2			Unite
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	NTU
	1435	1435	1350	993	990	846	



**Figure.03:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre de conductivité**

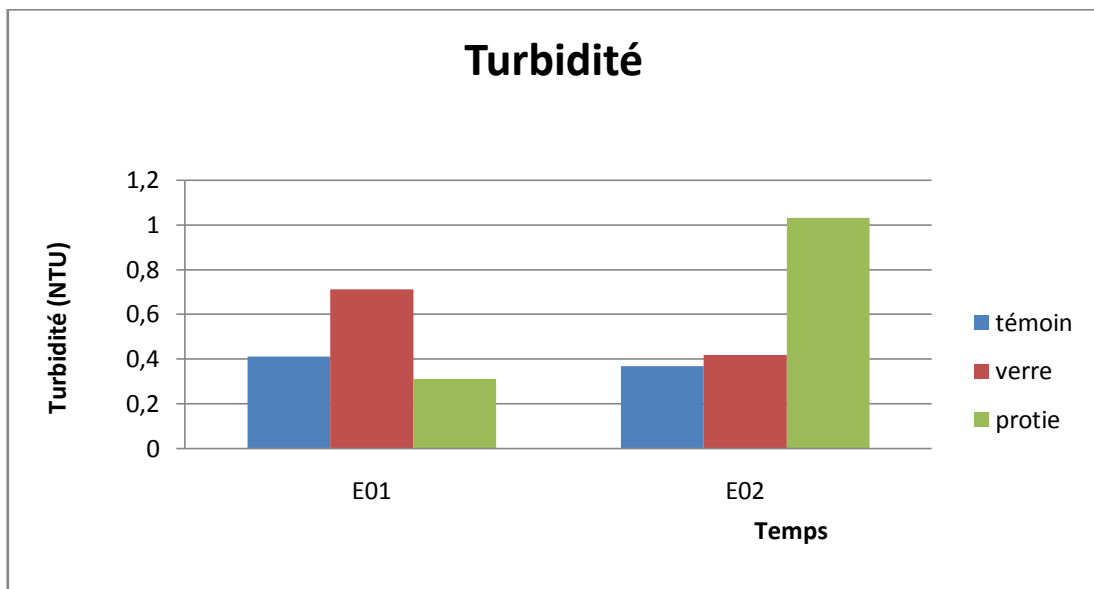
Les résultats des analyses d'échantillons d'eau des deux zones d'étude ont montré que conductivité dans le premier échantillon qui vont de 1350  $\mu\text{s/cm}$  à 1435  $\mu\text{s/cm}$ . où la valeur a été enregistrée dans le verre au fur et à mesure qu'elle atteignait (1435  $\mu\text{s/cm}$ ) et restait constante par rapport au témoin qui avait une valeur de 1435  $\mu\text{s/cm}$ . en poterie, la valeur minimale enregistrée était de 1350  $\mu\text{s/cm}$ ). dans le deuxième échantillon, nous constatons que les valeurs elle varie de 846  $\mu\text{s/cm}$  à 993  $\mu\text{s/cm}$ . où la valeur a été enregistrée légèrement inférieure dans le verre tel qu'il a atteint (990  $\mu\text{s/cm}$ ) par rapport au témoin qui a atteint une valeur de 993  $\mu\text{s/cm}$ . en poterie, la valeur minimale enregistrée était de (846  $\mu\text{s/cm}$ ). toutes les valeurs correspondent à la norme de potabilité algérienne (Tableau IV.1,2). cette différence de conductivité indique une différence de minéralisation Important parmi les cratères, cela

s'explique par la nature géochimique des roches les voies navigables de cette région font également référence à la profondeur de l'eau.

**D) Turbidité :**

**Tableau 06 :Résultats de l'analyse des paramètres de turbidité**

Turb	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	µs/cm
	0,412	0,712	0,313	0,370	0,419	1,03	



**Figure.04 :Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètre de turbidité**

L'analyse des échantillons d'eau des deux zones d'étude a montré que la turbidité trouvée dans le premier échantillon variait entre 0,313 NTU et 0,412 NTU. par rapport au témoin (0,412 NTU), une augmentation a été enregistrée lorsque le verre a atteint (0,712 NTU), tandis qu'une diminution a été enregistrée dans la poterie, qui a atteint une valeur de (0,313 NTU).dans le deuxième échantillon, nous avons trouvé entre 0,370 NTU et 1,03 NTU. les records de verre et de poterie augmentent à mesure que le verre et la poterie atteignent le verre une augmentation significative a été enregistrée dans la poterie (0,419 NTU) par rapport au témoin (0,370 NTU), atteignant une valeur de (1,03 NTU).toutes les valeurs sont conformes aux normes de l'OMS et aux normes de consommation algériennes (tableau IV.1.2). cette différence

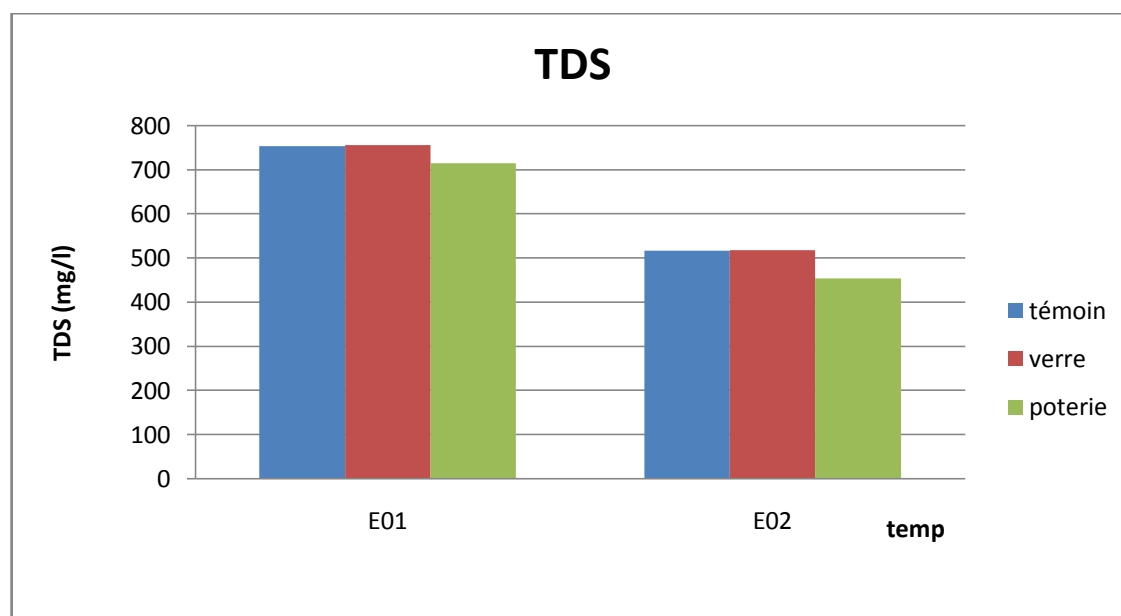
## Chapitre IV .....résultats et discussion

peut s'expliquer par des différences de concentration en particules. origine naturelle, empêche la sédimentation, il ne contient pas d'agencement non imperméable et des isolants (bords) permettent au matériau de pénétrer les minéraux (sable, argile ou limon) et les matières organiques (matières organiques mortes ou végétaux en décomposition) en ajoutant de l'eau de pluie.

### E) TDS :

**Tableau.07 : Résultats de l'analyse des paramètres de TDS**

TDS	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	mg/L
	753	755	714	517	518	454	



**Figure.05:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de TDS**

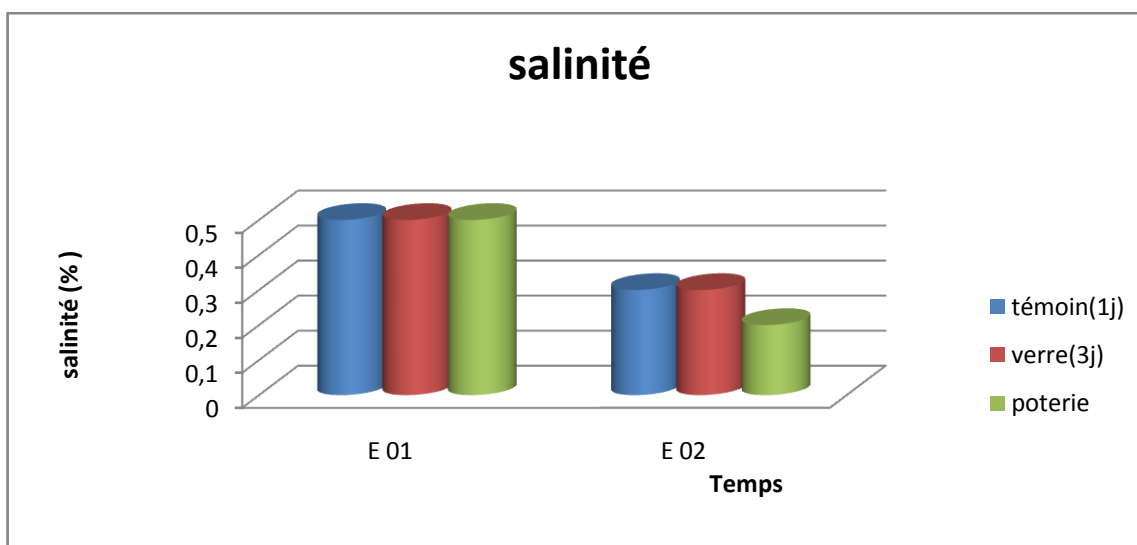
Les résultats des analyses des échantillons d'eau des deux zones d'étude ont montré des TDS, qui se retrouvent dans le premier échantillon et varient de 755 mg/L à 714 mg/L. la valeur la plus élevée a été enregistrée dans le verre (755 mg/L), qui a légèrement augmenté en par rapport au témoin (753 mg/L), mais a diminué par rapport à la puissance, atteignant (714 mg/L).la valeur maximale a été enregistrée dans le verre

(518 mg/L), qui a légèrement augmenté par rapport au témoin (517 mg/L), mais a diminué par rapport à la puissance , atteignant (454 mg/L), dans le deuxième échantillon .il n'y a pas de concentration maximale légale autorisée .

### E) Salinité :

**Tableau .08: Résultats de l'analyse des paramètres salinité**

Sal	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	mg/L
	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2	



**Figure.06:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de salinité.**

L'analyse des échantillons d'eau des deux zones d'étude a montré que la salinité, que nous avons trouvée dans le premier échantillon variait entre 0,5%, par rapport au témoin, elle a enregistré une stabilité dans le verre et la poterie, malgré l'eau restant en stockage pendant trois jours, atteignant (0,5%). dans le deuxième échantillon, les valeurs variaient entre 0,2% et 0,3%, où la stabilité enregistrée dans le verre était de 0,3% par rapport au témoin. la poterie a diminué par rapport au témoin, bien que l'eau soit encore stockée pendant trois jours, atteignant (0,2 %) aucune concentration maximale légale autorisée (tableau IV.1, 2). l'augmentation de la salinité reflète une

## Chapitre IV .....résultats et discussion

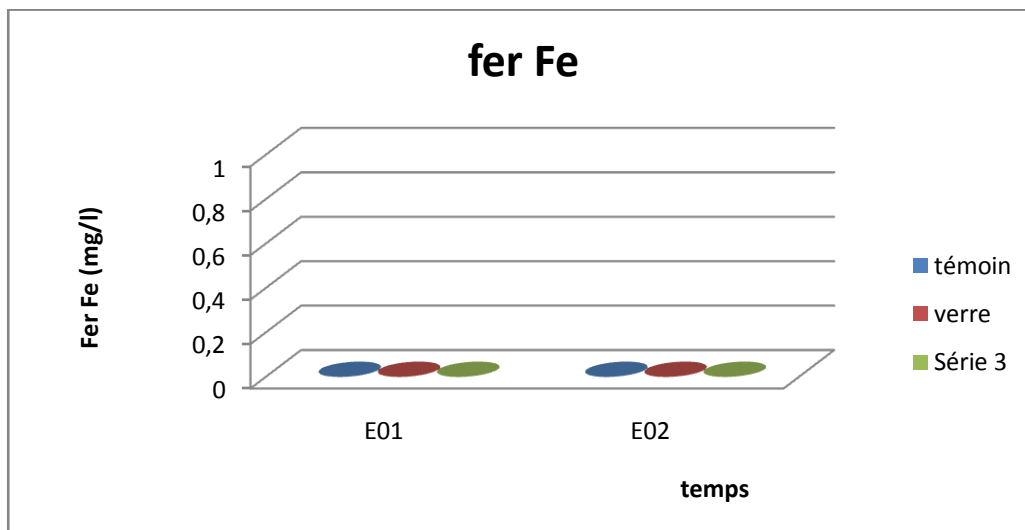
augmentation des ions sodium ( $\text{Na}^+$ ), magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), chlorure ( $\text{Cl}^-$ )... après dissolution du sel, cela dépend de la géologie de la terre. cette différence s'explique aussi par le rejet de servant.

### IV.4 Les Paramètres de pollution par Spectrophotométrie :

#### A) FER :

**Tableau .09: Résultats de l'analyse des paramètres de fer**

fer	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	mg/L



**Figure.07:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de fer**

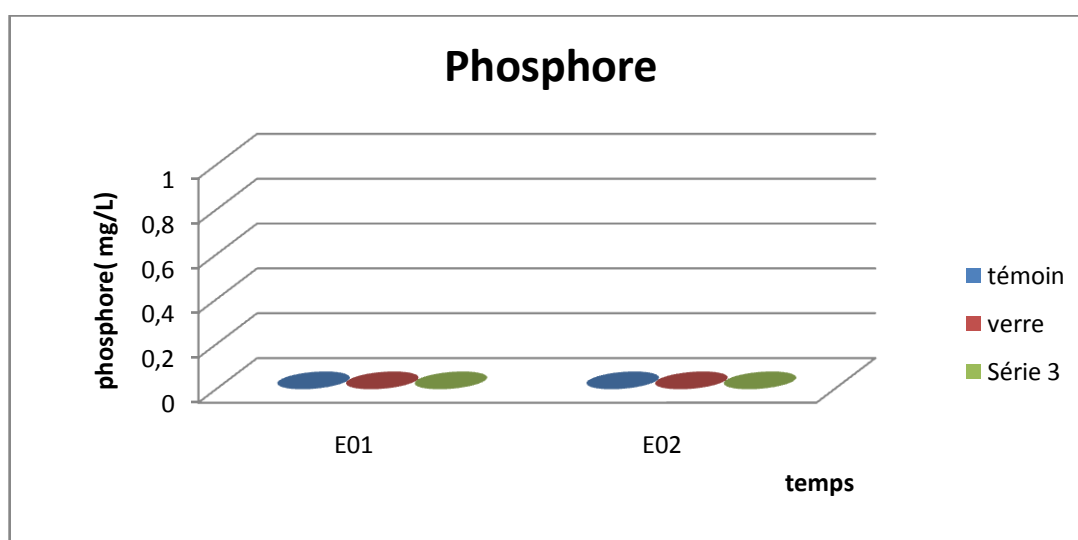
L'analyse des échantillons d'eau des deux zones d'étude a montré du fer, et donc pas de fer dans le verre et la poterie. toutes les valeurs sont conformes aux normes et critères OMS de potabilité algérienne (tableau IV.1, 2). cela indique l'absence de contamination antérieure.



**B) Phosphore:**

**Tableau.10 : Résultats de l'analyse des paramètres de phosphore.**

P	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	mg/L
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	



**Figure.08:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de phosphore**

L'analyse des échantillons d'eau des deux zones d'étude a montré du phosphore et donc un manque de phosphate tant dans le verre que dans la poterie. toutes les valeurs étaient conformes aux normes et aux normes de l'OMS pour la potabilité algérienne (tableau IV.1, 2). que pendant le lavage pas de contamination avant l'agent.

C) Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) :

Tableau.11:Résultats de l'analyse des paramètres de  $\text{NH}_4^+$

$\text{NH}_4^+$	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	mg/L
	0.031	0.136	0.354	0.042	0.070	0.11	

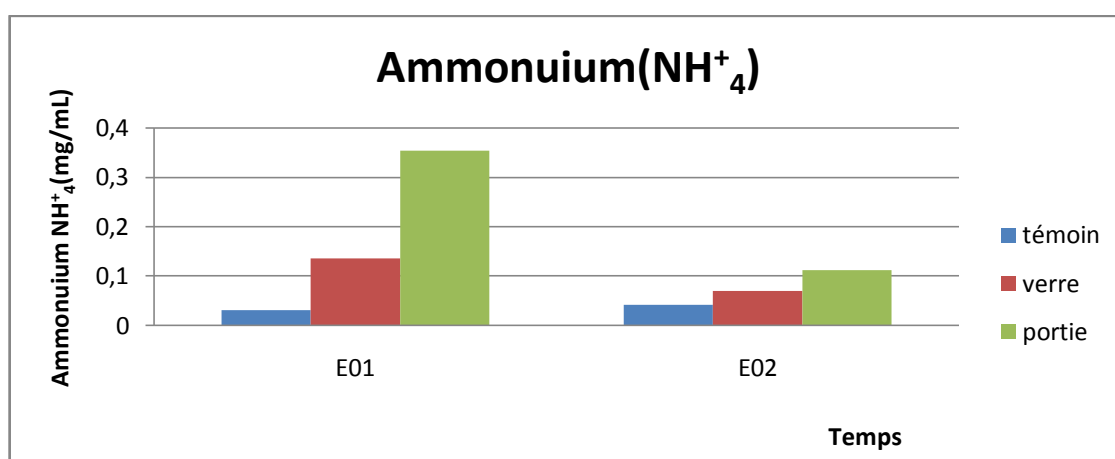


Figure .09:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de  $\text{NH}_4^+$

L'analyse d'échantillons d'eau provenant de deux zones d'étude a montré que la teneur moyenne en aluminium trouvée dans le premier échantillon variait entre 0,031 mg/L et 0,354 mg/L. par rapport au témoin, le verre a augmenté (0,136 mg/L) à 0,031 mg/L, tandis que la poterie a augmenté à 0,354 mg/L. dans le deuxième échantillon, nous avons vu des valeurs de sodium varier entre 0,042 mg/L et 0,112 mg/L. une augmentation a été enregistrée dans le verre, atteignant (0,070 mg/L), par rapport au témoin, qui a atteint 0,042 mg/L, et dans la poterie, atteignant 0,112 mg/L, par rapport au témoin. toutes les valeurs sont conformes aux normes de consommation algériennes (tableau IV.1,2). cette différence peut être due à la filtration des formations sédimentaires géologiques contenant du chlorure de sodium ou des sels minéraux en décomposition tels que le silicate de sodium et d'aluminium. et la poterie

## Chapitre IV .....résultats et discussion

est recouverte de papier d'aluminium stérilisé, de sorte que la probabilité d'être affecté est due à l'augmentation de la poterie.

### IV.4 Les Paramètres Volumétriques :

#### A) Titre Aclamétrique Complete(TAC):

Tableau .12 :Résultats de l'analyse des paramètres de TAC

TAC	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	mg/L
	680	200.08	63.44	202.52	214.72	73.2	

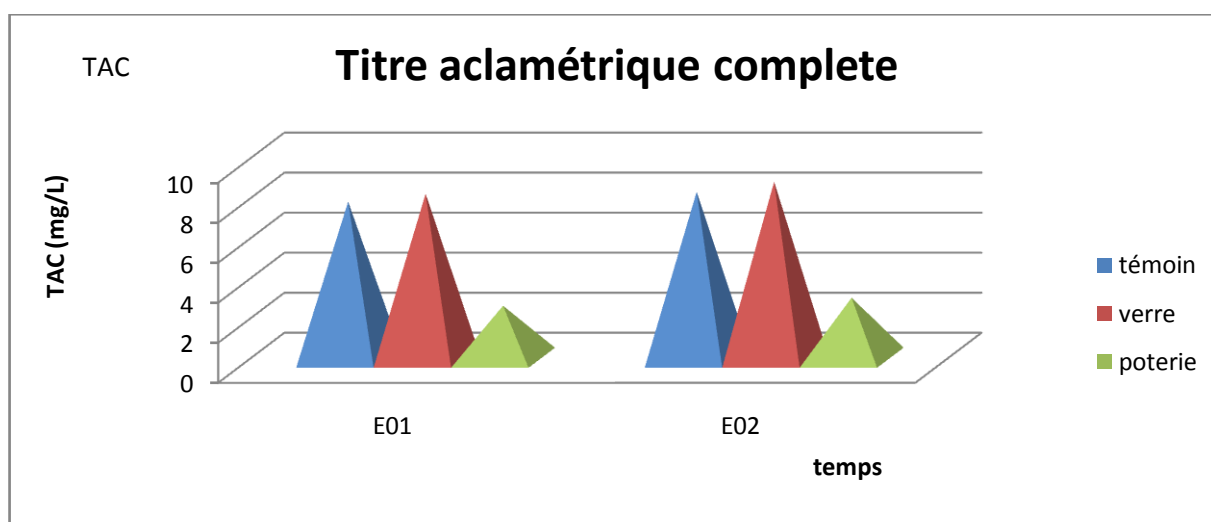


Figure.10:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de TAC

L'analyse des échantillons d'eau des deux zones d'étude a révélé des TAC, et nous avons trouvé que les TAC dans le premier échantillon avaient des valeurs allant de 63,44 mg/L à 190,32 mg/L. une augmentation significative dans le verre a été enregistrée, atteignant cette valeur (200,08 mg/L) par rapport au témoin (190,32 mg/L), et dans la poterie, la quantité de TAC a diminué, atteignant 63,44, par rapport au témoin. dans le deuxième échantillon, la valeur du TAC variait de 73,2 mg/L à 214,72 mg/L. une augmentation significative dans le verre a été enregistrée, atteignant cette

## Chapitre IV .....résultats et discussion

valeur (214,72 mg/L contre 202,52 mg/L chez le témoin), et dans la poterie, la quantité de TAC a diminué, atteignant 73,2 mg/L par rapport au témoin, avec ou sans les concentrations maximales légales autorisées (tableau IV.1, 2). cette différence peut s'expliquer par une augmentation de la post-minéralisation contribuant à l'enrichissement en cations et anions

### B) dureté totale TH

Tableau .13 :Résultats de l'analyse des paramètres de TH

TH	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	mg/L
	680	620	448	480	456	352	

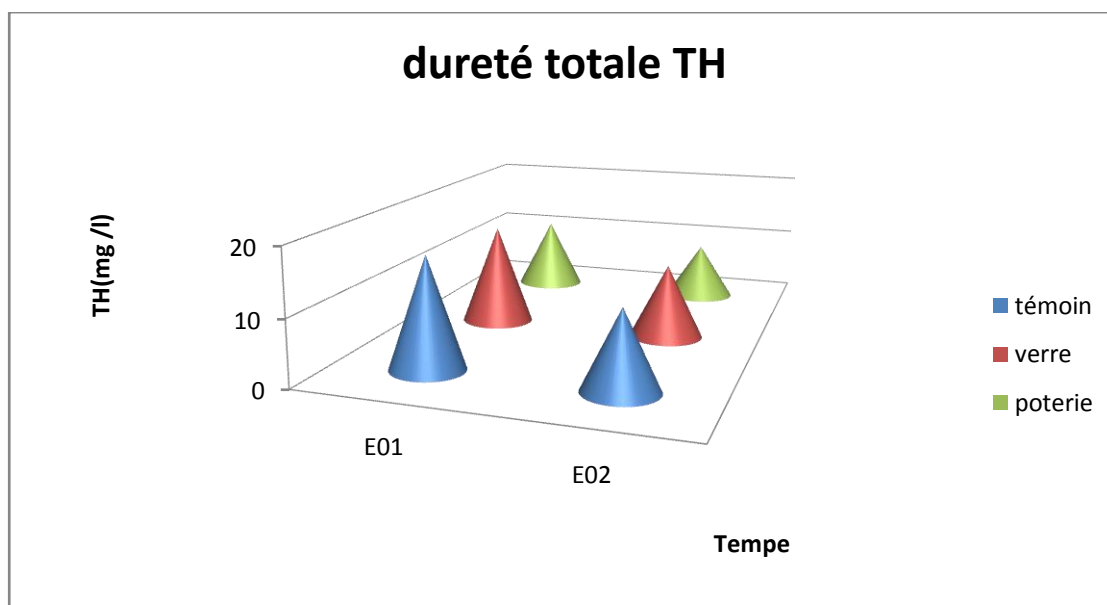


Figure .11:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de TH

L'analyse d'échantillons d'eau provenant de deux zones d'étude a montré que le premier échantillon contenait du TH dans la plage de 448 mg/L à 680 mg/L. le verre et la poterie ont connu des baisses plus faibles, le verre diminuant en moindre

## Chapitre IV .....résultats et discussion

quantité, atteignant (620 mg/L) et la poterie atteignant (444 mg/L). dans le second échantillon, nous avons trouvé des valeurs pour range allant de 352 mg/L à 480 mg/L. Le verre et la poterie ont connu des baisses plus faibles, le verre chutant moins à (456 mg/L) et la poterie à (352 mg/L).les valeurs pour chacun correspondent à la norme de l'Organisation mondiale de la santé et à la norme de consommation algérienne, à l'exception de la valeur TH atteinte et constatée dans le premier échantillon en verre dépassant la norme de 500 (mg/L), elle peut donc être considérée comme très eau dure tableau (Tableau IV.1,2) dans la plupart des cas, ce changement s'explique par la migration des sels solubles présents dans la couche superficielle du sol du sous-bassin, qui est également due aux ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et magnésium  $\text{Mg}^{2+}$ . globalement, cela correspond aussi au lessivage des terrains traversés. l'eau dure apporte plus de sels minéraux à l'organisme, ce qui protège contre certaines maladies cardiovasculaires, mais peut irriter la peau, notamment les peaux sensibles, elle provoque donc des dépôts de calcaire qui réduisent l'efficacité de tous les équipements générateurs de chaleur, d'où une consommation d'énergie accrue

### C) Le Calcium $\text{Ca}^{2+}$

**Tableau.14 :Résultats de l'analyse des paramètres de  $\text{Ca}^{2+}$**

$\text{Ca}^{++}$	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	mg/L
	115.430	125.049	96.192	86.572	84.696	67.334	

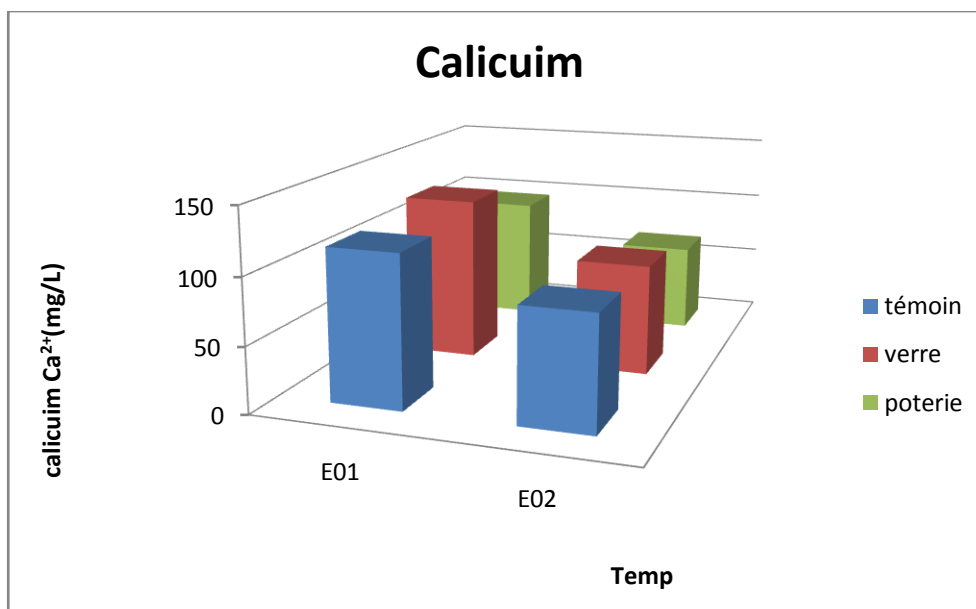


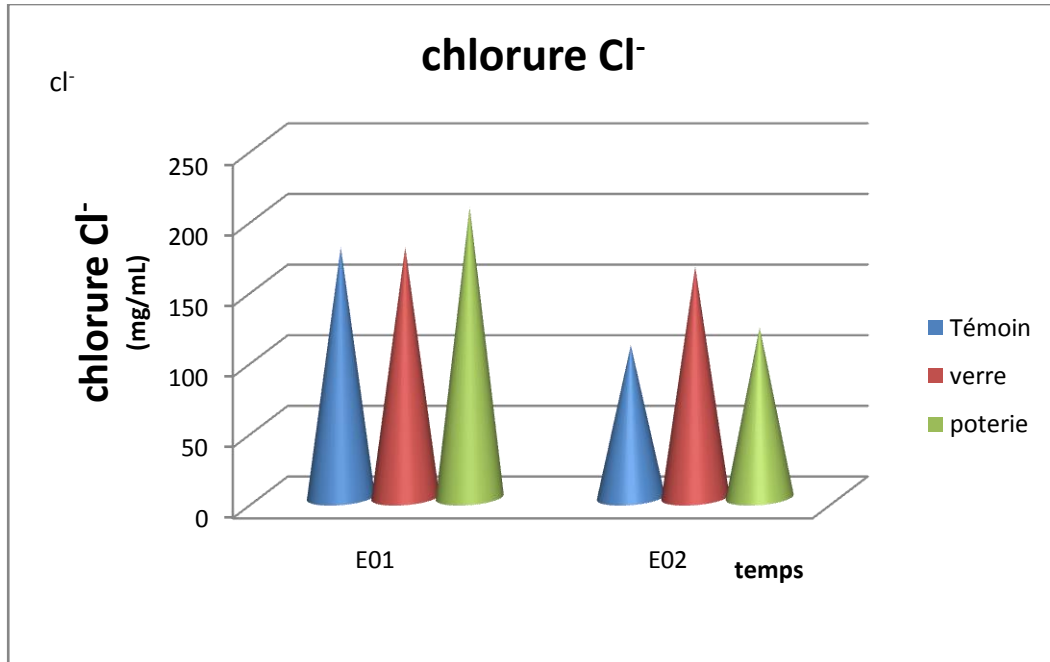
Figure .12:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de  $Ca^{2+}$

L'analyse des échantillons d'eau des deux zones d'étude a montré une valeur moyenne pour le calcium, qui a fluctué entre 96,192 mg/l et 125,049 mg/l dans le premier échantillon comparativement au témoin, la salinité dans le verre a augmenté à 125,049 mg/L, tandis que la salinité dans la poterie a diminué à 96,192 mg/L. dans le deuxième échantillon, les valeurs variaient entre 67,334 mg/L et 86,572 mg/L. par rapport au témoin, la salinité dans le verre a chuté de 84 969 mg/L, tandis que la salinité dans la poterie a chuté à 67,334 mg/L. toutes les valeurs remplissaient le critère de validité algérien Le (tableau IV.1,2). sa teneur varie généralement selon la nature du motif croisé, et cette différence s'explique principalement par la dissolution des formations carbonatées, ainsi que des formations gypseuses ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ).

**D) Chlorure  $Cl^-$  :**

Tableau .15 :Résultats de l'analyse des paramètres de  $Cl^-$

$Cl^-$	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	
	177.265	177.265	205.627	107.777	163.522	120.540	mg/L



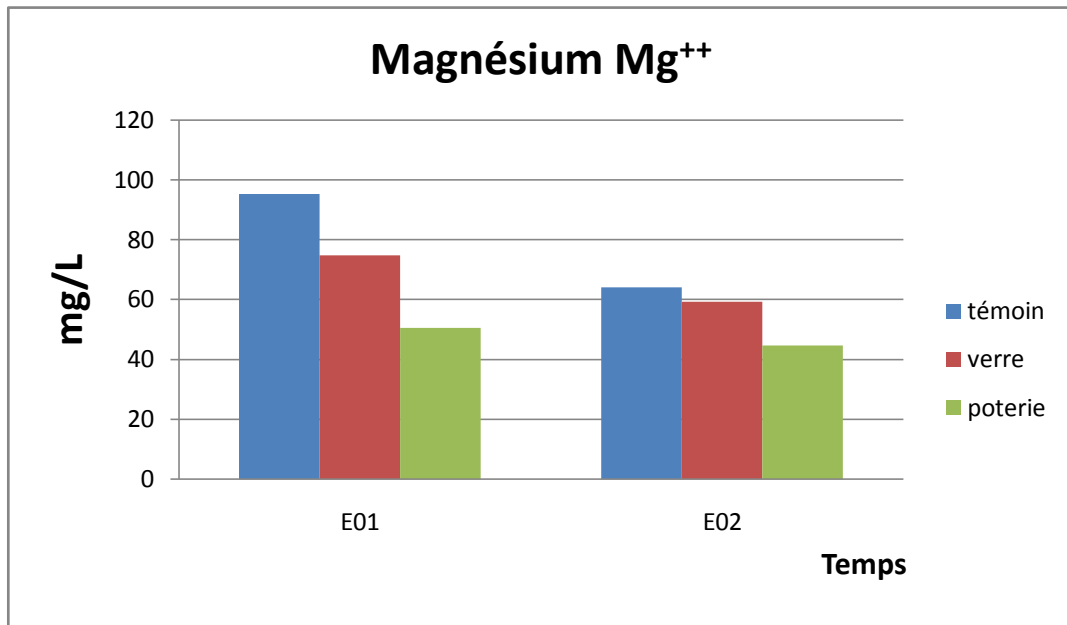
**Figure.13:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de Cl<sup>-</sup>**

L'analyse des échantillons d'eau de la zone d'étude a montré une valeur moyenne pour le chlore, et nous avons trouvé des valeurs de chlore allant de 177,265 mg/L à 205,52 mg/L dans le premier échantillon. Sa stabilité a été enregistrée dans le verre avec une valeur de 177,265 mg/l, par rapport au témoin (177,265 mg/l), et une légère augmentation de 205,627 mg/l dans la faïence. dans le deuxième échantillon, les valeurs de chlorure variaient de 107,777 mg/L à 163,522 mg/L. l'augmentation enregistrée dans le verre était de 163,522 mg/L par rapport au témoin (107,777 mg/L), tandis que dans la poterie il y avait une légère augmentation de 120,540 mg/L par rapport au témoin. toutes les valeurs respectent les critères de l'Organisation Mondiale de la Santé et les critères de potabilité de l'Algérie (Tableau Cette différence peut s'expliquer par la diversité des origines, tout d'abord elle peut être présente en forte concentration dans l'eau traversant la formation, boue sableuse qui favorise dissolution salivaire du sol ou de l'argile.

**E) Le Magnésium (Mg<sup>++</sup>) :**

**Tableau.16 :Résultats de l'analyse des paramètres de Mg<sup>++</sup>**

Mg <sup>++</sup>	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	mg/L
	95.256	74.844	50.544	64.152	59.292	44.712	



**Figure.14:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de Mg<sup>++</sup>**

L'analyse des échantillons d'eau de la zone d'étude a montré que les niveaux de magnésium dans le premier échantillon ont fluctué entre 50,44 mg/L et 95 256 mg/L en moyenne. une légère réduction a été enregistrée dans le verre de stockage, atteignant (74 844 mg/L). sa valeur en poterie était de 95,256 mg/L, une diminution par rapport au témoin, et de 50,544 mg/ml par rapport au témoin. dans le deuxième échantillon, les valeurs ont fluctué entre 44,712 mg/L et 64,152 mg/L. une légère diminution a été enregistrée dans le verre stocké lorsqu'il a atteint (59,292 mg/L). sa valeur en poterie atteint 64,152 mg/L, une diminution par rapport au témoin qui était de 44,712 mg/ml par rapport au témoin. toutes les valeurs s'appliquent aux critères de l'OMS et aux critères de potabilité algériens (tableau IV.1,2). cette différence s'explique par la



## Chapitre IV .....résultats et discussion

désagrégation des formations riches en magnésium et la formation des roches sédimentaires rencontrées (calcaires dolomitiques : dépôts rocheux composés de carbonates de magnésium et de calcium...).

### IV.4 Les Paramètres Photométrique à Flamme :

#### A) Le Sodium $\text{Na}^+$ :

Tableau .17:Résultats de l'analyse des paramètres de  $\text{Na}^{++}$

$\text{Na}^+$	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	mg/L
	100	100	113,63	52,22	51,11	52,22	

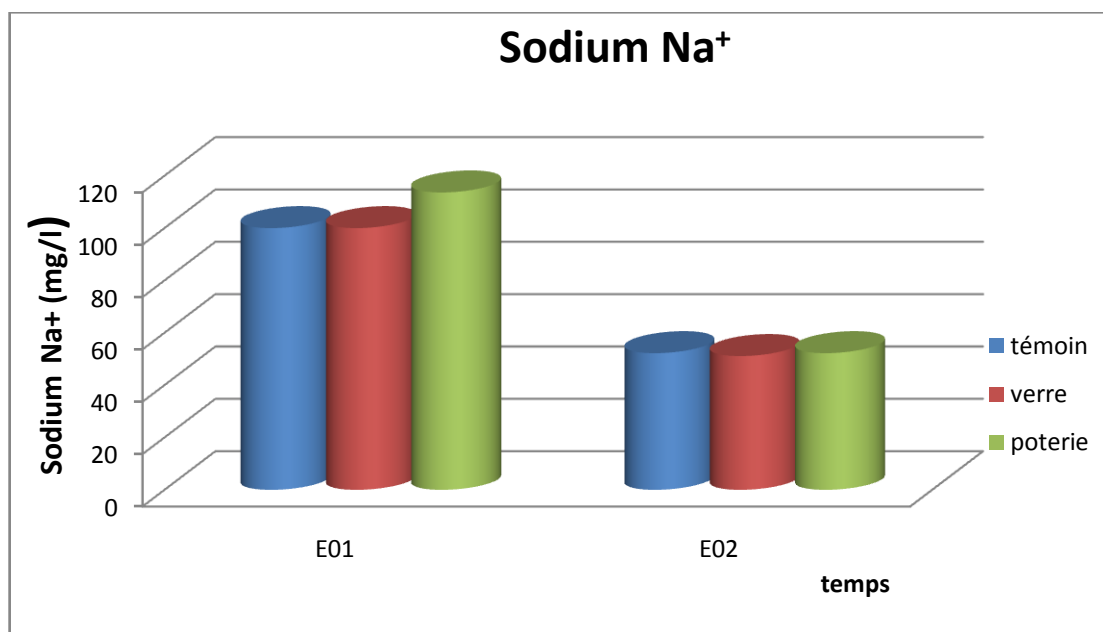


Figure.15:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de  $\text{Na}^+$

L'analyse des échantillons d'eau des deux zones d'étude a montré des niveaux de sodium moyens, et nous avons trouvé des niveaux de sodium dans le premier échantillon allant de 100 mg/L à 113,63 mg/L. comparativement à 100 mg/L dans le témoin, la stabilité a été observée dans le verre (100 mg/L) et dans la poterie, la stabilité a été augmentée (113,63 mg/L). dans le deuxième échantillon, nous avons vu

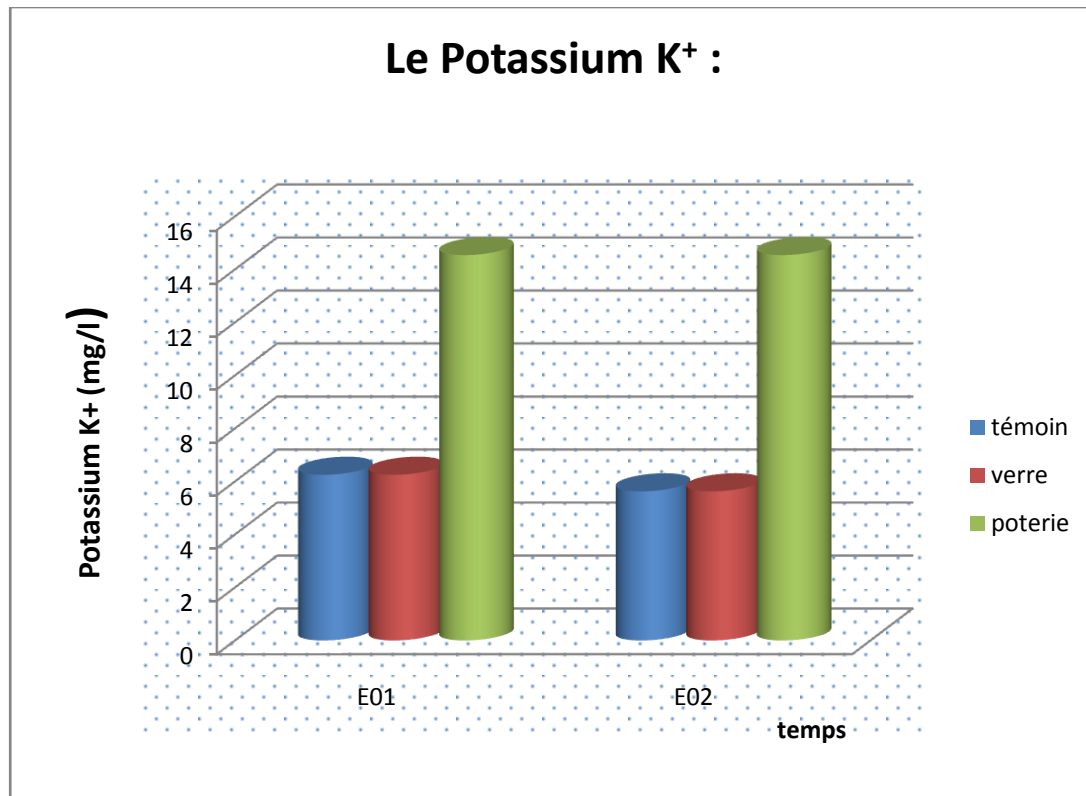
## Chapitre IV .....résultats et discussion

des valeurs de sodium varier entre 51,11 mg/L et 52,22 mg/L, alors que le témoin avait une valeur de 51,11 mg/L et le témoin avait une valeur de 52,22 mg/L. quant à la poterie, la stabilité a été enregistrée à (52,22 mg/L). toutes les valeurs respectent les normes de consommation algériennes (tableau IV.1.2). cette différence peut provenir de la filtration de formation de sédiments géologiques contenant du chlorure de sodium ou des sels minéraux décomposés tels que le sodium et les aluminosilicates.

### B) Le Potassium $K^+$ :

Tableau .18 :Résultats de l'analyse des paramètres de Le Potassium  $K^+$ :

$K^+$	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Protie 1	Témoin	Verre02	Protie2	mg/L
	6,25	6,25	14,54	5,625	5,625	14,54	



**Figure.16:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de  $K^+$**

L'analyse d'échantillons d'eau provenant de deux zones d'étude a montré que la teneur moyenne en potassium du premier échantillon se situait entre 6,25 mg/L et 14,54 mg/L. la stabilité a été enregistrée dans le verre avec une valeur de potassium de 6,25 mg/l par rapport au témoin (6,25 mg/l). en poterie, une augmentation significative a été observée lorsque la valeur (14,54 mg/l) était atteinte par rapport au témoin de comparaison. dans le deuxième échantillon, nous avons constaté que la valeur variait entre 5,625 mg/L et 14,54 mg/L. la stabilité a été enregistrée dans le verre avec une valeur de potassium de 5,625 mg/l et dans la faïence (5,625 mg/l), une augmentation significative a été observée lorsque le témoin (14,54 mg/l), toutes les valeurs sont conformes aux normes de consommation algériennes (tableau IV.1,2). cette différence peut être due à la modification (transformation) de certaines argiles, à la possible dissolution des engrais largement utilisés par les agriculteurs, et également liée au rejet des eaux usées domestiques

IV.5 Les Paramètres gravimétriques :

A) Résidu sec

Tableau .19:Résultats de l'analyse des paramètres de RS

RS	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Protie 1	Témoin	Verre02	Protie2	
	1126	1294	1164	832	1164	924	mg/L

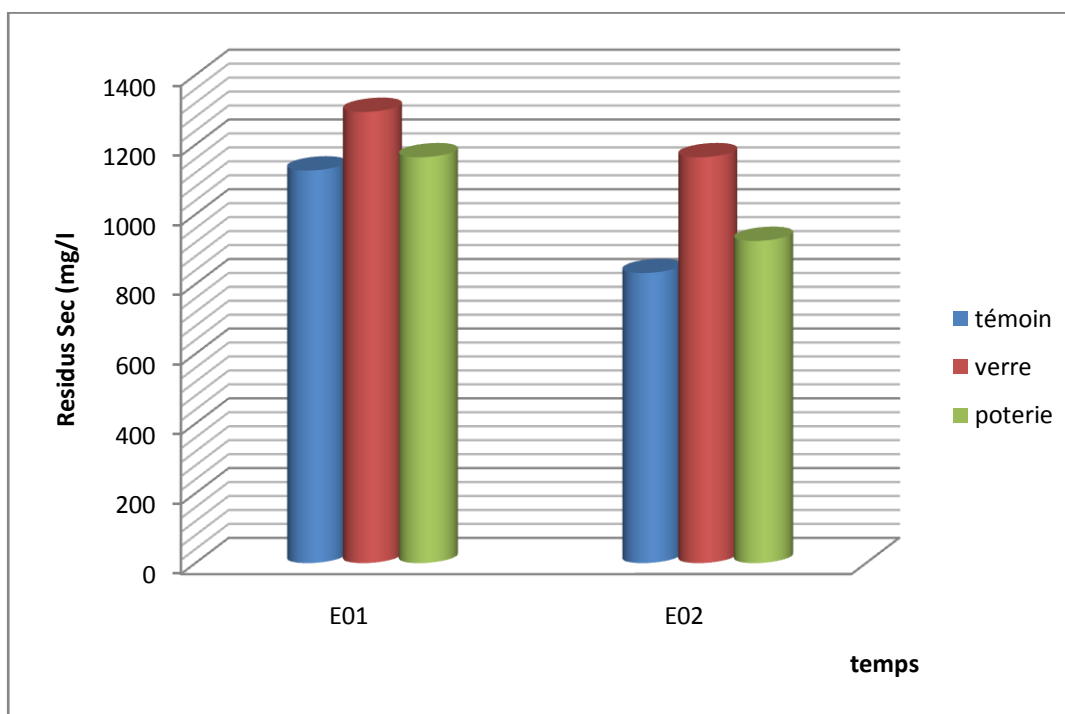


Figure .17:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres de RS

L'analyse des échantillons d'eau des deux zones d'étude a montré des résidus secs moyens entre 1126 mg/L et 1294 mg/L. un verre en croissance a été enregistré pour sa valeur (1294 mg/l), qui a atteint 1126 mg/l par rapport au témoin, tandis que la quantité de déchets secs dans la poterie a augmenté, dans le deuxième échantillon Jusqu'à 1164, nous avons constaté que la valeur variait entre 832 mg/L et 1164 mg/L. par rapport au

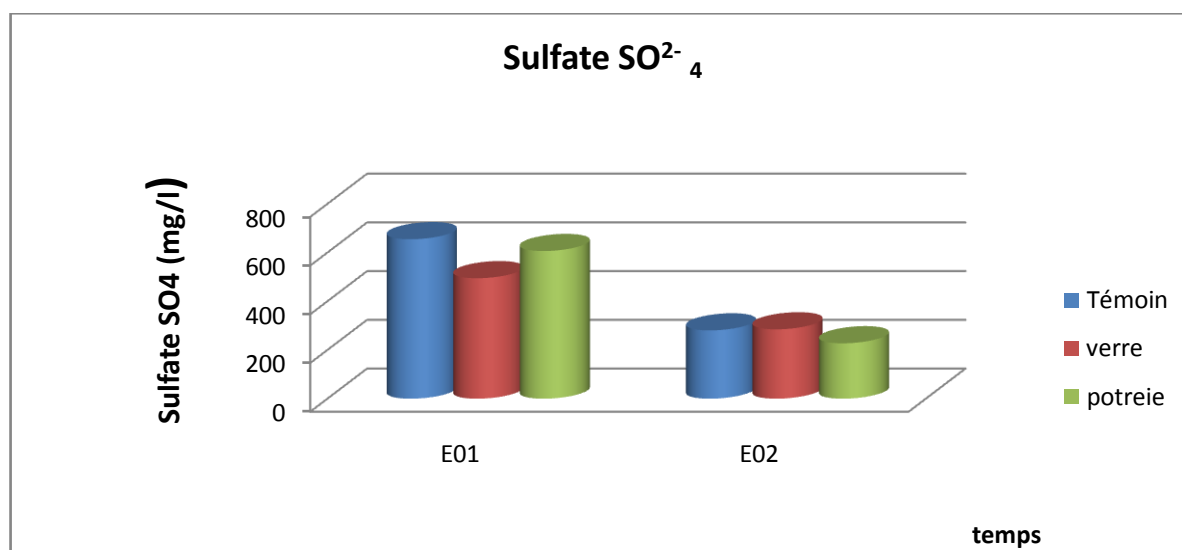
## Chapitre IV .....résultats et discussion

témoin, le résidu sec dans le verre a atteint une valeur de 1164 mg/l, ce qui a atteint sa valeur (832 mg/l), tandis que dans la poterie, une augmentation a été enregistrée, atteignant sa valeur (924 mg/l). par rapport au témoin. toutes les valeurs sont conformes aux normes de l'OMS et aux normes de consommation algériennes (tableau IV.1, 2)

### B) Sulfate :

**Tableau.20:Résultats de l'analyse des paramètres de sulfate**

sulfate	E1			E 2			Unité
	Témoin	Verre01	Poterie 1	Témoin	Verre02	Poterie2	mg/L
	654,8	494,7	606,3	280,4	284,7	227,5	



**Figure .18:Graphique représentatif des résultats d'analyse des paramètres sulfate**

L'analyse des échantillons d'eau des deux zones d'étude a révélé une valeur médiane pour le sulfate, la quantité de sulfate trouvée dans le premier échantillon variant entre 494,7 mg/l et 606,3 mg/l. lorsque la valeur de sulfate a atteint (494,7 mg/l), la valeur de sulfate dans le verre a diminué par rapport au groupe témoin (654,8 mg/l), et dans la poterie, elle a diminué de 606,3 mg/l par rapport au groupe témoin .dans la deuxième

## Chapitre IV .....résultats et discussion

expérience, la concentration en sulfate variait de 227,5 mg/l à 284,7 mg/l. la concentration en verre augmentait par rapport au groupe témoin (280,4 mg /l) lorsque la valeur de sulfate atteignait (284,7 mg/l), tandis que la concentration en sulfate dans la poterie diminuait de 227,5 mg/l. toutes les valeurs sont conformes aux normes OMS et aux directives de consommation algériennes (Tableau IV.1,2). cet écart peut avoir ses racines dans l'oxydation de certains minéraux, en particulier ceux contenant du soufre , tels que les ions contenant du sulfate qui sont libérés dans l'eau et certains minéraux du gypse .

### IV.6 Les paramètres microbiologiques :

Lorsqu'il s'agit d'approvisionnement en eau potable, les paramètres microbiens sont au premier plan car ils ont un impact direct sur la santé des consommateurs. L'analyse bactériologique peut mettre en évidence une contamination fécale de l'eau. Pour cette raison, il est important de rechercher les bactéries toujours présentes en grand nombre dans les matières fécales des humains et des animaux qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur, ce sont : les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les fécaux et les streptocoques fécaux et les *sulfite-réducteurs Clostridium* .

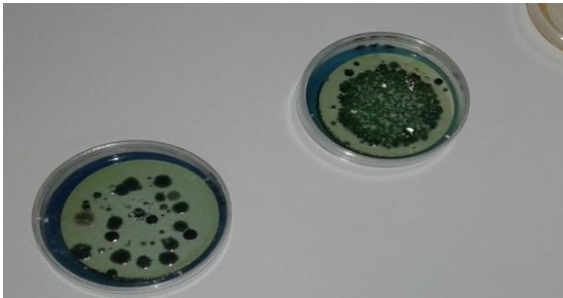
Tableau .21: Résultat bactériologique de les deux échantillon avant l'identification

Stockage / Germe	Témoin	Verre	Poterie	Norme algériennes	Unité
<b>Coliforme Totaux</b>	0	0	0	100	UFT/mL
<b>Coliforme fécaux</b>	0	0	0	0	UFT/mL
<b>Stréptoquoque</b>	0	0	0	0	UFT/mL
<b><i>Clostridium sulfite-réducteur.</i></b>	0	0	0	0	UFT/mL

**IV.6.A) Recherche de coliforme totaux et coliforme fécaux :**

Les coliformes totaux sont considérés comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale(Hamed.et al, 2012).

Les deux zones d'étude des deux échantillons ont montré que les bactéries coliformes totaux et coliforme fécale les bactéries ne sont pas apparues dans le milieu de culture que nous recherchons, d'autres bactéries sont apparues comme le montrent les figures :



**Figure.19: colonie de bactérie dans le témoin**

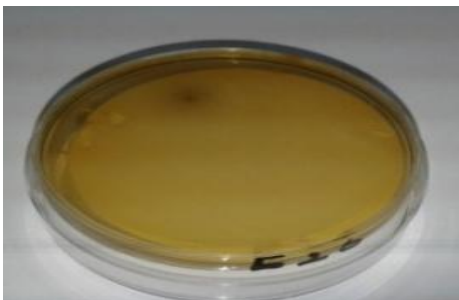


**Figure.20: colonie des bactérie dans les céramique et le verre.**

**IV.6.B) Recherche de Streptocoques fécaux :**

Ces germes sont associés aux coliformes fécaux, ils sont considérés comme de bons indicateurs de pollution, aussi utilisés comme indicateurs d'efficacité de traitement, car ils sont nettement plus résistants que les coliformes et autres entérobactéries pathogènes.(Hamed.et al,2012).

Notons que les deux zones d'étude les résultats ont montré, pour les bactéries coliformes fécales, mais ils n'apparaissent pas avant l'identification



**Figure 21: Boîtes de Pétri sans colonie dans la témoin**



**Figure.22:Boîtes de Pétri sans colonie de dans la céramique et le verre**

**IV.6.C) Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteur*:**

Les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont des germes capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent aussi un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (**Hamed.et al, 2012**).

Les analyses montrent l'absence totale de *clostridium sulfito-réducteurs* (sporulées et végétatives) dans notre échantillon formes végétative ou sporulée, ce qui est conforme avec les normes Algériennes qui excluent sa présence.

**IV.7) Résultat de l'identification**

Lorsque d'autres bactéries sont apparues dans les milieux de culture (slantez) pour les deux échantillons, j'ai apporté les boîtes de pétri au laboratoire pour analyse afin de connaître les types qui apparaissaient.

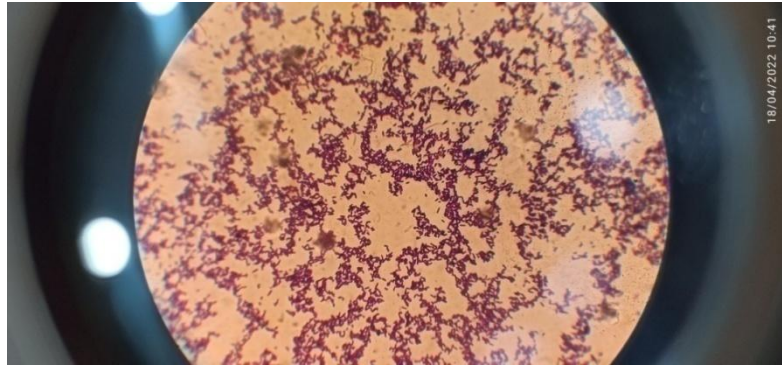
**A) Aspect microscopique.**

La culture successive ou l'identification de bactéries utilisées dans le seul but de purification et d'identification de souches nous a permis de le faire marquez les caractères de toutes les colonies sur leurs supports d'isolement préférés. ces données sont résumées dans le tableau:

**Tableau .22: Caractères macroscopiques et microscopiques des colonies bactériennes de l'eau des puits les deux échantillon( laboratoire de lieu de l'analyse).**

Observation microscopique des colonies	Observation macroscopique des colonies	Type de bactérie	Milieu de Culture
Bacilles Gram negative	Coleure verre ça sent yasmine <u>Aérobies stricts</u>	<i>Pseudomonase</i>	chromagare
Cocci, Gram négative	Rose, aéro-anaérobie	entrécoccus	
Bacilles, Gram négative	maron ou mouve, aéro-anaérobie	entérobacter	





**Figure.23: Aspect microscopique**

### **B- Aspect macroscopique:**

#### **1. Source d'eau de chabet Sidi Sheikh:**

Dans le premier échantillon, trois types de bactéries (*entérobactérie*, *pseudomonase*, *entérocoque*) sont apparues dans le témoin, le verre et la poterie, mais leur quantité différait d'une boîte de pétri à l'autre. en verre, elle était légèrement en baisse par rapport au témoin, mais en poterie, elle était fortement réduite par rapport à le contrôle.

Après plusieurs analyses, nous avons obtenu les résultats suivants :

A- Bactéries présentes dans un échantillon d'eau (du puits) :

- *Entérobactéries* ( oxydase - ; bacille gramme - ).
- *Pseudomonas*. ( oxydase + ; bacille gramme - ).
- *Entérocoque* (catalase - ; cocci gramme + ).

B- Bactéries présentes dans un échantillon d'eau stocké dans un récipient en verre :

- *Entérobactéries* ( oxydase - ; bacille gramme - ).
- *Pseudomonas* ( oxydase + ; bacille gramme - ).

C- Bactéries présentes dans un échantillon d'eau stocké dans un récipient en céramique :

- *Entérobactéries* ( oxydase - ; bacille gramme - ).
- *Pseudomonas* ( oxydase + ; bacille gramme - ).
- *Entérocoque* (catalase - ; cocci gramme + ).

Les résultats sont présentés dans le tableau :

## Chapitre IV .....résultats et discussion

**Tableau .23: résultat après l'identification de source de l'eau chabet Sidi Sheikh Selon la Normes Et Recommandation Pour La Qualité Bactériologique de L'eau deconsommation humaine. (Hamed et al, 2012).**

Paramètres bactériologiques	Unites	Resultant s	recommandation (OMS)
Coliforme totaux	Germes/ml	>100	100
<i>Entérobactéries</i>	Germes/100ml	>100	00
<i>Entérocoques</i>	Germe/100ml	30	00
<i>Anaérobie Sulfito - Réducteur</i>	Germe/20ml	00	00

### 2. Source d'eau de Hadj Omar:

Dans le deuxième échantillon, un type de bactérie(*pseudomonase*) est apparu dans le témoin, verre et poterie, mais sa quantité différait d'une boîte de pétri à l'autre. Dans le verre elle diminuait légèrement par rapport au témoin, mais dans la poterie elle était fortement réduite par rapport au contrôle.

Les résultats sont présentés dans le tableau

Après plusieurs analyses, nous avons obtenu les résultats suivants :

A- Bactéries présentes dans un échantillon d'eau(du puits) :

- *Pseudomonas*. ( oxydase + ; bacille gramme - ).

B- Bactéries présentes dans un échantillon d'eau stocké dans un récipient en verre:

- *Pseudomonas*( oxydase + ; bacille gramme - ).

C- Bactéries présentes dans un échantillon d'eau stocké dans un récipient en céramique

- *Pseudomonas* ( oxydase + ; bacille gramme - )

Les résultats sont présentés dans le tableau :

**Tableau .24: résultat après l'identification de source de l'eau Hadj omar. Selon la Normes et Recommandation Pour La Qualité Bactériologique**

## Chapitre IV .....résultats et discussion

de L'eau de consommation humaine. (Hamed et al, 2012).

Paramètres bactériologiques	Unites	Résultat	recommandation (OMS)
Coliforme totaux	Germes/ml	>100	100
<i>Entérobactéries</i>	Germes/100ml	00	00
<i>Entérocoques</i>	Germe/100ml	00	00
<i>Anaérobie Sulfite - Réducteur</i>	Germe/20ml	00	00

Cette différence est due à la compétition bactérienne, donc les colonies ne nous apparaissaient pas clairement, donc elles nous étaient cachées depuis le début.

En l'utilisant, nous ne la laissons pas pendant une période de temps significative, donc ces colonies nous apparaissent.



Figure.24: les colonie des bactérie après l'identification de milieu chromagar

# **CONCLUSION**

### Conclusion :

L'eau fait partie de notre environnement naturel, tout comme l'air et la respiration, et est considérée comme faisant partie intégrante de nos organismes vivants au quotidien.

Soutenez et nourrissez notre terre. le but de ce travail était de réaliser des analyses physico-chimiques et microbiologiques pour évaluer la qualité de l'eau stockée dans la poterie et le verre pendant trois jours, tous les résultats obtenus sont présentés dans des analyses physico-chimiques de deux échantillons stockés différents, et ils sont les suivants:

L'augmentation de certain paramètres dans le verre et la poterie par rapport le témoin:

Les valeurs de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), ammonium (pour l'échantillon 1 augmenté mais dans le échantillon 2 diminue), sulfate, résidu sec à 105C,  $\text{Na}^+$ , pH.

Par exemple, il a été constaté que le pH du verre et de la poterie augmentait dans des proportions différentes par rapport au témoin, car le pH du verre atteignait 7,62 dans le premier échantillon et 7,69 dans le second verre. quant à la poterie, le premier échantillon a atteint un pH de 7,83, tandis que le deuxième échantillon a atteint un pH de 8,14.

La diminution de certain paramètres dans le verre et la poterie par rapport le témoin :

Les valeurs de température, la conductivité, le titre alcalimétrique complète (TAC), Le TH, le chlorure ( $\text{Cl}^-$ ), le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ).

On a constaté une diminution des valeurs de  $\text{Mg}^{2+}$  pour le verre et la poterie par rapport au témoin, on voit que la valeur de  $\text{Mg}^{2+}$  du verre atteint 74,844 mg/L dans le premier échantillon et 59,292 mg/L dans le deuxième échantillon en verre. quant à la poterie, le premier échantillon était de 50,544 mg/L et le deuxième échantillon était de 44,712 mg/L.

Il y a aussi des paramètre constant et augmenté dans le verre et dans poterie

On a constaté , nous avons trouvé que mes valeurs de phosphore et de fer dans le verre et la poterie étaient fixes, et nous avons trouvé que mes valeurs  $\text{PO}_4^{3-}$  et  $\text{Fe}^{2+}$  dans les premier et deuxième échantillons étaient de 0,000 mg/L par rapport au témoin.

## conclusion

---

La valeur de potassium  $K^+$  ne varie pas dans le verre mais dans la poterie augmentée. Ici, nous voyons que la valeur  $K^+$  des deux échantillons est constante par rapport au témoin de verre, 6,25 mg/L dans le premier échantillon, tandis que la valeur K du deuxième échantillon atteint 5,625 mg/L, tandis que dans la poterie la quantité a augmenté dans , mais est resté constant dans les deux échantillons, atteignant 14,54 mg/L.

L'analyse bactériologique de l'eau stockée dans la poterie et le verre a montré qu'elle contenait des quantités importantes de coliformes totaux et fécaux ainsi que des entérocoques, mais en quantités variables, car le verre en contenait beaucoup moins que les témoins et la poterie. ainsi, lors de l'identification, cependant, *Clostridium sulfato-réducteur* s'est avéré complètement dépourvu de spores.

Nous souhaitons et recommandons que ce travail soit mis à jour pour confirmer les résultats obtenus en matière de stockage de l'eau dans la poterie et le verre, en fonction des conditions disponibles ou des conditions conventionnelles telles que la température, qui contribuent à la préservation de la qualité de l'eau. de l'eau. Comme introduction à toute autre recherche scientifique dans le domaine, notamment en physique et en chimie.

# **RÉFÉRENCES**

### Références bibliographique :

1. Abu Bakar, N., Othman, N., Yunus, Z. M., Daud, Z., Salsabila Norisman, N., & Haziq Hisham, M. (2020). Physico-Chemical Water Quality Parameters Analysis on Textile. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 498(1), 012077. doi: 10.1088/1755-1315/498/1/012077
2. Abu Shmeis, R. M. (2018). Chapter One - Water Chemistry and Microbiology. In D. S. Chormey, S. Bakirdere, N. B. Turan & G. Ö. Engin (Eds.), *Comprehensive Analytical Chemistry* (Vol. 81, pp. 1-56): Elsevier.
3. Abubacker, M N. and Mehala, T. (2017). Physico-chemical analysis of textile dye effluent using microbial consortia mediated degradation process. *Biolife* 5(1) 60–67
4. ADE GHARDAIA, documentation interne au laboratoire centrale, 2018.
5. Advisory, E. D. W. (2014). Consumer Acceptability Advice and Health Effects Analysis on Sodium. 2003. línea: [http://water.epa.gov/action/advisories/drinking/upload/2003\\_03\\_05\\_support\\_cc1\\_sodium\\_dw\\_report.pdf](http://water.epa.gov/action/advisories/drinking/upload/2003_03_05_support_cc1_sodium_dw_report.pdf) Fecha de consulta, 18(06).
6. Afif, A., Faïd, M., Chigr, F., and Najimi, M. (2008). Survey of the microbiological quality of the raw cow milk in the Tadla area of Morocco. *International Journal of Dairy Technology* 61, 340-346.
7. Aggad, H., Mahouz, F., Ahmed Ammar, Y., and Kihal, M. (2009). Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Rev Méd Vét* 160, 590-595
8. Aouiss, A. (2010). Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord -Est de l'Algérie). Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme de Magister.
9. Badawy, M.I., Ghaly, M.Y., Gad-Allah, T., 2006. Advanced oxidation processes for the removal of organo phosphorus pesticides from waste water. *Desalination* 194 (1/3), 166–175. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.09.027>
10. -Balati, A., Shahbazi, A., Amini, M.M., Hashemi, S.H., 2015. Adsorption of polycyclic aromatic hydrocarbons from waste water by using silica-based organic-inorganic nanohybrid material. *J. Water Reuse Desal.* 5 (1), 50–63. <https://doi.org/10.2166/wrd.2014.013>.
11. Benesseddik, A. (2016). Etude hydrologique de la région de Metlili (GHARDAIA). Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master académique, Université Kasdi Merbah –Ouargla.
12. Bethea, N. B. (2011). *The Water Cycle: Facts On File*, Incorporated.
13. Bibi, S., Khan, R., Nazir, R., Khan, P., Rehman, H. U., Shakir, S. K., . . . Jan, R. (2016). Heavy metals analysis in drinking water of Lakki Marwat District, KPK, Pakistan. *World applied sciences journal*, 34, 15-19.
14. Bilotta, G. S., & Brazier, R. E. (2008). Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. *Water Research*, 42(12), 2849-2861. doi: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2008.03.018>



## Référence

---

15. Boussena, S. (2019), Manuel des travaux pratiques de bactériologie. Rapport de recherche. Faculté des sciences Vétérinaires Département de Productions Animales, Université 1 des frères mentouri.
16. Boyd, C. E. (2015). An Overview of Hydrology and Water Supply. In C. E. Boyd (Ed.), *Water Quality: An Introduction* (pp. 21-40). Cham: Springer International Publishing.
17. Brandt, M. J., Johnson, K. M., Elphinston, A. J., & Ratnayaka, D. D. (2017). Chapter 7 - Chemistry, Microbiology and Biology of Water. In M. J. Brandt, K. M. Johnson, A. J. Elphinston & D. D. Ratnayaka (Eds.), *Twort's Water Supply (Seventh Edition)* (pp. 235-321). Boston: Butterworth-Heinemann.
18. Brusseau, M. L., & Artiola, J. F. (2019). Chapter 12 - Chemical Contaminants. In M. L. Brusseau, I. L. Pepper & C. P. Gerba (Eds.), *Environmental and Pollution Science (Third Edition)* (pp. 175-190): Academic Press.
19. Brusseau, M. L., Walker, D. B., & Fitzsimmons, K. (2019). Chapter 3 - Physical-Chemical Characteristics of Water. In M. L. Brusseau, I. L. Pepper & C. P. Gerba (Eds.), *Environmental and Pollution Science (Third Edition)* (pp. 23-45): Academic Press.
20. Chockalingam N., Banerjee S. and Muruhan S. (2019). Characterization of physicochemical parameters of textile effluents and its impacts on environment. *The Environment and Natural Resources Journal* 17(2) 41–53
21. Christensen, M. L., Keiding, K., Nielsen, P. H., & Jørgensen, M. K. (2015). Dewatering in biological wastewater treatment: a review. *Water research*, 82, 14-24.
22. Centers for Disease Control and Prevention (CDCP). Public Health Service report on fluoride benefits and risks. *JAMA* 1991; 266(8):1061–1067.
23. Dohare, D., Deshpande, S., & Kotiya, A. (2014). Analysis of ground water quality parameters: a Review. *Research Journal of Engineering Sciences* ISSN, 2278, 9472.
24. Fadiran, A., Dlamini, S., & Mavuso, A. (2008). A comparative study of the phosphate levels in some surface and ground water bodies of Swaziland. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 22(2).
25. Frank R. Spellman. (2020). Chapter 2 - All about Water. In Spellman, F.R. (Ed.), *The Science of Water: Concepts and Applications (4th ed.)* (pp. 11-46). Usa : CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003094197>
26. Fiche de travail matériaux, Economie circulaire. Le verre, positiveimpakt.eu.
27. Gong, C., Huang, H., Qian, Y., Zhang, Z., Wu, H., 2017. Integrated electrocoagulation and membrane filtration for PAH removal from realistic industrial wastewater: effectiveness and mechanisms. *RSC Adv.* 7, 52366. <https://doi.org/10.1039/c7ra09372a>
28. González, D., Ruiz, L.M., Garralón, G., Plaza, F., Arévalo, J., et al., 2012. Wastewater polycyclic aromatic hydrocarbons removal by membrane bioreactor.

## Référence

---

- Desalin. Water Treat. 42 (1–3), 94–99.  
<https://doi.org/10.1080/19443994.2012.683270>.
- 29.** Goshu, G., Koelmans, A. A., & de Klein, J. J. M. (2021). Performance of faecal indicator bacteria, microbial source tracking, and pollution risk mapping in tropical water. *Environmental Pollution*, 276, 116693. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116693>
- 30.** Gupta, R. C., Milatovic, D., Lall, R., & Srivastava, A. (2018). Chapter 31 - Mercury. In R. C. Gupta (Ed.), *Veterinary Toxicology (Third Edition)* (pp. 455-462). USA: Academic Press.
- 31.** Haddadj, A et Amis, S.(2016). Le prestige de l'art de la poterie (cas de Maatkas).Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- 32.** Hadi Hassan Al-Taai, S. (2021). Ground water: A study of its importance, its sources, and the causes of its pollution. *Materials Today: Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.557>
- 33.** Hamed, M et Guettache, A et Bouamer, L.(2012). Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA Bechar. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'état en Biologie, Université de Bechar.
- 34.** Hamiroune, M., Berber, A., and Boubekour, S. (2014). Qualité bactériologique du lait cru de vaches locales et améliorées vendu dans les régions de Jijel et de Blida (Algérie) et impact sur la santé publique. *Ann. Méd. Vét* 158, 137-144.
- 35.** Harikishore, R., & Lee, S. (2012). Water pollution and treatment technologies. *J Environ Anal Toxicol*, 2, 4-103.
- 36.** Hossain, M. Z. (2015). Water: the most precious resource of our life. *Global Journal of Advanced Research*, 2(9), 1-11.
- 37.** -Illal, A et Cherfaoui, S.(2018). Contribution a l'évaluation de la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau de consommation de la ville de Bouira. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master, Université Akli mohandoun oulhadj-Bouira.
- 38.** JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° . CONVENTIONS ET ACCORDS INTERNATIONAUX - LOIS ET DECRETS ARRETES, DECISIONS, AVIS, COMMUNICATIONS ET ANNONCES. 26 avril 2006. <http://www.joradp.dz/FTP/jo-francais/2006/F2006027.pdf>
- 39.** Kale V S., (2016). Consequence of temperature, pH, turbidity and dissolved oxygen water quality parameters *International Advanced Research Journal in Science. Engineering and Technology* 3(8) 186–190
- 40.** -Kant, R. (2012). Textile dyeing industry an environment hazard. *Natural Sciences* 4(10) 22-26
- 41.** Khatri, N., Tyagi, S., & Rawtani, D. (2017). Recent strategies for the removal of iron from water: A review. *Journal of Water Process Engineering*, 19, 291-304. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.08.015>
- 42.** -Khublaryan, M. G. (2009). *Types and Properties of Water-Volume I*. Singapore: EOLSS Publications.

## Référence

---

43. Kumar, A. (2022). Chapter 5 - Toward water security. In A. Kumar (Ed.), *Ecosystem-Based Adaptation* (pp. 235-288): Elsevier.
44. Kumar, M., & Prabhakar, C. (2012). Physico-chemical parameters of river water: a review. *Int J Pharm Biol Arch*, 3, 1304-1312.
45. Kumar, M., & Puri, A. (2012). A review of permissible limits of drinking water. *Indian journal of occupational and environmental medicine*, 16(1), 40-44. doi: 10.4103/0019-5278.99696
46. Kumar, P. S., & Pavithra, K. G. (2018). Department of Chemical Engineering, SSN College of Engineering, Chennai, India. *Water in Textiles and Fashion: Consumption, Footprint, and Life Cycle Assessment*, 21.
47. Kumar, S. (2011). *Integrated Waste Management: Volume II*: IntechOpen.
48. Kwak, J., Khang, B., Kim, E., & Kim, H. (2013). Estimation of Biochemical Oxygen Demand Based on Dissolved Organic Carbon, UV Absorption, and Fluorescence Measurements. *Journal of Chemistry*, 2013, 243769. doi: 10.1155/2013/243769
49. Lee, S., Lee, D., An, H., Cha, M., Kim, K., & Ha, N. (2011). Enteropathogenic Bacteria Contamination of Unchlorinated Drinking Water in Korea, 2010. *Environmental health and toxicology*, 26, e2011016. doi: 10.5620/eht.2011.26.e2011016
50. Li, C.-J., Chen, L., 2006. Organic chemistry in water. *Chem. Soc. Rev.* 35, 68–82.
51. Li, D., & Liu, S. (2019). Chapter 1 - Sensors in Water Quality Monitoring. In D. Li & S. Liu (Eds.), *Water Quality Monitoring and Management* (pp. 1-54): Academic Press.
52. Li, D., Wang, T., Li, Z., Xu, X., Wang, C., & Duan, Y. (2020). Application of Graphene-Based Materials for Detection of Nitrate and Nitrite in Water—A Review. *Sensors*, 20(1). doi: 10.3390/s20010054
53. -Machulek Jr., A., Oliveira, S.C., Osugi, M.E., Ferreira, V.S., Quina, F.H., Dantas, R.F., et al., 2012. Application of different advance doxidation processes for the degradation of organic pollutants. In:Rashed, M.N. (Ed.), *Book: Organic Pollutants: Monitoring, Risk and Treatment*. Intech Open, UK <https://doi.org/10.5772/53188>.
54. Matilainen, A., Vepsäläinen, M., Sillanpää, M., 2010. Natural organicmatterremoval by coagulation duringdrinking water treatment:areview. *Adv. ColloidInterf. Sci.* 159 (2), 189–197. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2010.06.007>.
55. -McLean, R. M., & Wang, N. X. (2021). Chapter Three - Potassium. In N. A. M. Eskin (Ed.), *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 96, pp. 89-121): Academic Press.
56. Meran, G., Siehlow, M., & von Hirschhausen, C. (2021a). Introduction. In G. Meran, M. Siehlow & C. von Hirschhausen (Eds.), *The Economics of Water: Rules and Institutions* (pp. 1-7). Cham: Springer International Publishing.
57. Meran, G., Siehlow, M., & von Hirschhausen, C. (2021b). *Water Availability: A Hydrological View*. In G. Meran, M. Siehlow & C. von Hirschhausen (Eds.), *The*

## Référence

---

Economics of Water: Rules and Institutions (pp. 9-21). Cham: Springer International Publishing.

**58.** Mojiri, A., Aziz, H.A., Aziz, S.Q., 2013. Trends in physical-chemical methods for landfillleachatetreatment. *Int. J. Sci. Res. Environ. Sci.* 1 (2), 16–25. <https://doi.org/10.12983/ijsres-2013-p016-025>

**59.** Navneet, Kumar, D. K. Sinha, (2010), Drinking water quality management through correlation studies among various physicochemical parameters: A case study, *International Journal of Environmental Sciences*, 1(2), pp 253-259.

**60.** Nikanorov, A., & Brazhnikova, L. (2009). Water chemical composition of rivers, lakes and wetlands. In M. G. Khublaryan (Ed.), *Types and properties of water* (Vol. 2, pp. 42-80).

**61.** Niyoyitungiye, L., Giri, A., & Ndayisenga, M. (2020). Assessment of coliforms bacteria contamination in Lake Tanganyika as bioindicators of recreational and drinking water quality. *South Asian Journal of Research in Microbiology*, 6(3), 9-16. doi: DOI: 10.9734/SAJRM/2020/v6i330150

**62.** Novak Babič, M., Gostinčar, C., & Gunde-Cimerman, N. (2020). Microorganisms populating the water-related indoor biome. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(15), 6443-6462. doi: 10.1007/s00253-020-10719-4

**63.** Ogden, M.I., Beer, P.D., 2006. Water & O-donor ligands. In: *Encyclopedia of Inorganic Chemistry*. Wiley-VCH, Weinheim, Germany.

**64.** Onyango, A. E., Okoth, M. W., Kunyanga, C. N., & Aliwa, B. O. (2018). Microbiological Quality and Contamination Level of Water Sources in Isiolo County in Kenya. *J Environ Public Health*, 2018, 2139867. doi: 10.1155/2018/2139867

**65.** Pachepsky, Y. A., Allende, A., Boithias, L., Cho, K., Jamieson, R., Hofstra, N., & Molina, M. (2018). Microbial Water Quality: Monitoring and Modeling. *Journal of Environmental Quality*, 47(5), 931-938. doi: <https://doi.org/10.2134/jeq2018.07.0277>

**66.** Pandey, A.K. 2006. Histopathological alterations in the gill and kidney of an estuarine mullet, *Liza parsia* (HamiltonBuchanan) caused by sub-lethal exposure to lead (Pb). *Indian, J. Fish*, 44 (2): 171- 180

**67.** -Patel H. and Vashi R.T. (2015). Characterization and column adsorptive treatment for cod and color removal using activated neem leaf powder from textile wastewater. *Journal of Urban and Environmental Engineering* 9(1) 45–53.

**68.** Patil, P., Sawant, D., & Deshmukh, R. (2012). Physico-chemical parameters for testing of water-a review. *International journal of environmental sciences*, 3(3), 1194.

**69.** Plakas, K.V., Karabelas, A.J., 2012. Removal of pesticides from water by NF and RO membranes — a review. *Desalination* 287, 255–265. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.08.003>

**70.** Punia, P., Bharti, M. K., Chalia, S., Dhar, R., Ravelo, B., Thakur, P., & Thakur, A. (2021). Recent advances in synthesis, characterization, and applications of nanoparticles for contaminated water treatment- A review. *Ceramics International*, 47(2), 1526-1550. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.09.050>

**71.** Rodier., Legube, B., Merlet, N., Brunet, R., Mialocq, J-C., Leroy, P., Houssin, M., Lavison, G., Bechemin, C., Vincent, M., Rebouillon, P., Moulin, L., Chomodé, P.,

## Référence

---

Dujardin, P., Gosselin, S., Seux, R., Almardini, F. (2009). L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. *9<sup>ème</sup> Editions Dunod, Paris*.

**72.** Saini, A., & Agrawal, P. R. (2021). Chapter 12 - Fluoride contamination in water resources and its health risk assessment. In A. Ahamad, S. I. Siddiqui & P. Singh (Eds.), *Contamination of Water* (pp. 173-185): Academic Press.

**73.** Sandle, T. (2016). 10 - Assessment of pharmaceutical water systems. In T. Sandle (Ed.), *Pharmaceutical Microbiology* (pp. 115-129). Oxford: Woodhead Publishing.

**74.** Schlesinger, W. H., & Bernhardt, E. S. (2020). Chapter 10 - The Global Water Cycle. In W. H. Schlesinger & E. S. Bernhardt (Eds.), *Biogeochemistry* (Fourth Edition) (pp. 433-451): Academic Press.

**75.** Schwarzenbach, R. P., Escher, B. I., Fenner, K., Hofstetter, T. B., Johnson, C. A., Von Gunten, U., & Wehrli, B. (2006). The challenge of micropollutants in aquatic systems. *Science*, 313(5790), 1072-1077.

**76.** Senthil Kumar, P., & Yaashikaa, P. R. (2019). 1 - Introduction—Water. In S. S. Muthu (Ed.), *Water in Textiles and Fashion* (pp. 1-20): Woodhead Publishing.

**77.** Sharma, M. K., & Kumar, M. (2020). Sulphate contamination in groundwater and its remediation: an overview. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2), 74. doi: 10.1007/s10661-019-8051-6

**78.** Shiklomanov, I. A. (1990). World fresh water resources. Pages 13–24 of: *Water in crisis: A guide to the world's fresh water resources*. In: Gleick, P. H. (Ed.), *Water in crisis: A guide to the world's fresh water resources*. New York: Oxford University Press IWA, 2016. Coagulation and flocculation in water and wastewater treatment, third edition. available at. <https://www.iwapublishing.com/news/coagulation-and-flocculation-water-and-wastewater-treatment>

**79.** Singh, M. K., Maurya, A., & Kumar, S. (2020). Chapter 10 - Bioaugmentation for the treatment of waterborne pathogen contamination water. In M. N. Vara Prasad & A. Grobelak (Eds.), *Waterborne Pathogens* (pp. 189-203): Butterworth-Heinemann.

**80.** Sinton, L., Donnison, A., & Hastie, C. (1993). Faecal streptococci as faecal pollution indicators: a review. Part I: Taxonomy and enumeration. *New Zealand journal of marine and freshwater research*, 27(1), 101-115.

**81.** Smol, M., Wlodarczyk-Makula, M., 2017. The effectiveness in the removal of PAHs from aqueous solutions in physical and chemical processes :are view. *Polycycl. Aromat. Comp.* 37 (4), 292–313. <https://doi.org/10.1080/10406638.2015.1105828>.

**82.** Søgaaard, E. G. (2014). Chapter 1 - Water and Water Cycle. In E. G. Søgaaard (Ed.), *Chemistry of Advanced Environmental Purification Processes of Water* (pp. 1-12). Amsterdam: Elsevier.

**83.** Speight, J. G. (2019). *Natural gas: a basic handbook*. Cambridge: Gulf Professional Publishing.

**84.** Speight, J. G. (2020). 2 - The properties of water. In J. G. Speight (Ed.), *Natural Water Remediation* (pp. 53-89): Butterworth-Heinemann.

## Référence

---

- 85.**Tölgyessy, J. (1993). The chemistry of water. In J. Tölgyessy (Ed.), *Studies in Environmental Science* (Vol. 53, pp. 14-325): Elsevier.
- 86.**Vagi, M.C., Petsas, A.S., 2017. Advanced oxidation processes for the removal of pesticides from waste water : recent view and trends. 15th International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes, Greece, 31 August to 2 September (CEST2017\_01225)
- 87.**Walker, D., Baumgartner, D., Gerba, C., & Fitzsimmons, K. (2019). *Surface water pollution Environmental and pollution science* (pp. 261-292): Elsevier.
- 88.**Walworth, J., & Pepper, I. L. (2019). Chapter 11 - Physical Contaminants. In M. L. Brusseau, I. L. Pepper & C. P. Gerba (Eds.), *Environmental and Pollution Science* (Third Edition) (pp. 163-173): Academic Press.
- 89.**Wang X, Li C, Li Z, Yu G and Wang Y 2019 Effect of pyrolysis temperature on characteristics, chemical speciation and risk evaluation of heavy metals in biochar derived from textile dyeing sludge *Ecotoxicology and Environmental Safety* 168 45–52
- 90.**Wellinger, M., Smrke, S., & Yeretziyan, C. (2017). Chapter 16 - Water for Extraction—Composition, Recommendations, and Treatment. In B. Folmer (Ed.), *The Craft and Science of Coffee* (pp. 381-398): Academic Press.
- 91.**WHO. (2009). Potassium in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70171/WHO\\_HSE\\_WSH\\_09.01\\_7\\_eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70171/WHO_HSE_WSH_09.01_7_eng.pdf)
- 92.**Yerushalmi, L., Nefil, S., Hausler, R., Guiot, S.R., 2006. Removal of pyrene and benzo(a) pyrene from contaminated water by sequential and simultaneous ozonation and biotreatment. *Water Environ. Res.* 78 (11), 2286–2292. <https://doi.org/10.2175/106143005X86628>
- 93.**Zazouli, M.A., Kalankesh, L.R, 2017. Removal of precursors and disinfection by-products (DBPs) by membrane filtration from water ;are view. *J. Environ. Health Sci.* 15, 25. <https://doi.org/10.1186/s40201-017-0285-z>

Norme de texte réglementaire:

**1-** Biokar diagnostic, Gélose Chromogène pour bactéries coliforme (CCA) .Fiche technique 60002 beauvais ce des – France [www.biokar-diagnostics.fr](http://www.biokar-diagnostics.fr).

**2-** Biokar diagnostic, Gélose Lactosée au TTC et au Tergitol 7. Fiche technique 60002 beauvais ce des – France [www.biokar-diagnostics.fr](http://www.biokar-diagnostics.fr).

**3-**Biokar diagnostic, Gélose Slanetz et Bartley .Fiche technique 60002 beauvais ce des – France [www.biokar-diagnostics.fr](http://www.biokar-diagnostics.fr).

**4-**Biokar diagnostic, Gélose Viande-Foie. Fiche technique 60002 beauvais ce des – France [www.biokar-diagnostics.fr](http://www.biokar-diagnostics.fr).

# **ANNEXE**

### Annexe

#### la méthode de stérilisation des flacon de prélèvements :

on faire lavage pour les flacons on ajoute l'eau distillé

et ajoute 4 goutte de soluté de sulfate pour les flacon 250 ml et 8 goutte de soluté de sulfate pour les flacons 500ml .

séchage dans l'autoclave à  $120^{\text{C}^0}$  pendant 2h

la stérilisation pour les poterie :

Il existe trois façons de stériliser la poterie:

Première méthode:

On lave la poterie avec de l'eau, puis nous l'enveloppons de papier d'aluminium et le recouvrons, puis le dans séchage dans l'étuve  $125^{\text{C}^0}$  pendant 4h

pour garder sa forme. il existe d'autres façons de stériliser la poterie, comme utiliser du vinaigre et laisser reposer pendant une demi-heure, puis laver la poterie avec puis lavez-le avec de l'eau distillée.

Quant à la troisième méthode

Nous utilisons de l'eau hydrogène puis nous la lavons avec de l'eau distillée.

Au laboratoire, nous avons utilisé la première méthode car elle est plus stérile.



**Figure 01** stérilisation de poterie



**Figure 02** stérilisation de flacon



### **Identification :**

#### **1. Première étape : la repiquage**

Nous apportons toutes les boîtes de pétri liées à la poterie et au verre, et le témoin et nous mettons chaque forme dans 1 ml d'eau physiologique à l'aide d'un clipart, puis nous la plantons dans un milieu de culture ordinaire appelé chromagar. Le but est de connaître les bactéries qui s'y développent.

#### **2. Caractéristiques morphologiques(Aouiss,2010).**

Dans les conditions données, chaque espèce bactérienne développe une colonie de taille, de forme, de couleur et de consistance caractéristiques.

Nous avons noté pour chaque type des colonies distinctes les caractéristiques suivantes: (diamètre, contour, élévation, couleur, surface).

##### **2.1 Examen microscopique :**

###### **2.1.1 Examen microscopique à l'état frais :**

L'état frais permet d'observer des bactéries vivantes et apporte des renseignements sur la morphologie, le mode de groupement, la mobilité et la quantité approximative de bactéries.

##### **Technique :**

- A partir d'une culture en milieu liquide, déposer sur une lame propre bien dégraissée une goutte de la culture à étudier à l'aide d'une anse de platine préalablement stérilisée.
- A partir d'une culture sur milieu solide, déposer tout d'abord sur une lame une goutte d'eau distillée stérile. Puis apporter et dissocier dans l'eau un inoculum bactérien.
- Recouvrir d'une lamelle, puis luter la préparation avec de la paraffine ou de la vaseline.
- Observer au microscope à l'objectif moyen  $\times 40$ . Pour mettre en évidence certains détails de structure, utiliser alors l'objectif  $\times 100$  à immersion.

###### **2.1.2 Examen microscopique après coloration de Gram :**

A partir des colonies suspectes isolées sur les milieux de cultures précédents, nous avons réalisé une coloration Gram.

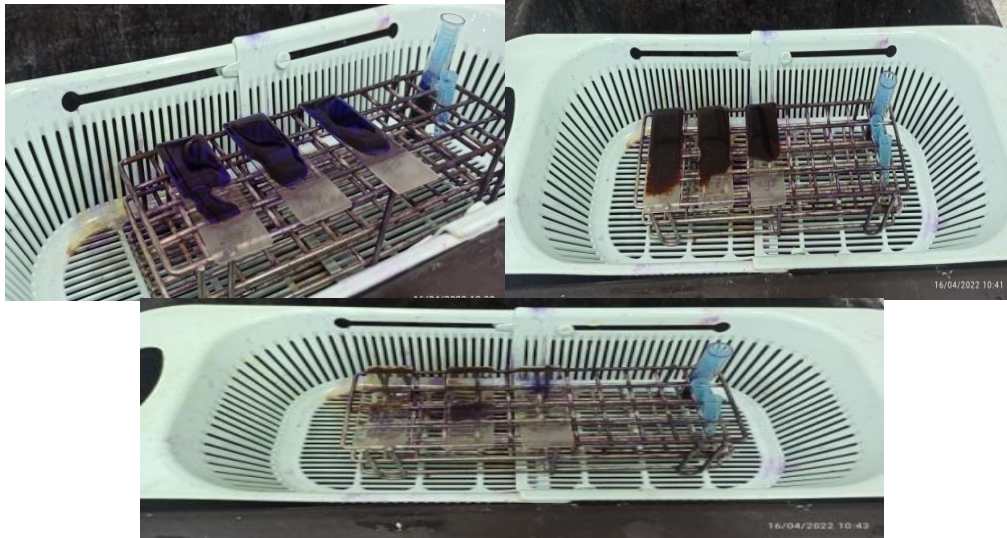
##### **Principe :**

La coloration de Gram ou coloration différentielle s'effectue de la manière suivante :

- Préparation d'un frottis bactérien.

## Annexe

- Coloration par le violet : laisser agir la solution de cristal violet pendant 1mn et laver à l'eau.
- Mordançage : laisser agir le Lugol pendant 1mn et laver à l'eau.
- Décoloration : laisser agir l'alcool pendant 30 secondes et laver à l'eau.
- Recoloration : laisser agir la solution de Fuschine pendant 30 à 40 secondes, laver à l'eau et sécher.

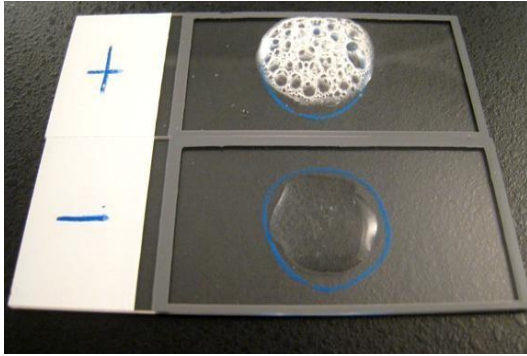


**Figure 03 : représentative des étapes de coloration de gramme**

### **A) Test de catalase (Boussena,2019)**

C'est une enzyme décomposant l'eau oxygénée en eau et en oxygène gazeux.

La méthode consiste à prélever une colonie du germe à étudier (ex. les staphylocoques pour les Gram + et les entérobactéries pour les Gram -) sur l'extrémité d'une anse de platine que l'on plonge ensuite dans une goutte d'eau oxygénée (à l'aide d'une pipette pasteur). le dégagement de bulles gazeuses signe la présence de l'enzyme (cf. Fig.01).



**Figure.04: test catalase**



**Figure.05: test catalase**

## **B) Test d'oxydase (Boussena,2019)**

Appelé aussi phénylène diamine oxydase est une enzyme intervenant dans divers couples d'oxydo-réduction. ce test est à la base de l'identification des bactéries Gram(-). placer un disque d'oxydase sur une lame propre et stérile. déposer à l'aide d'une pipette pasteur (il est strictement interdit d'utilisé l'anse de platine pour ne pas fausser le résultat) une goutte de suspension bactérienne pure sur " un disque oxydase", celui-ci contient de l'oxalate de diméthyl paraphénylène diamine. les bactéries oxydase-positives donnent rapidement une coloration violette foncée ; dans le cas contraire, il n'ya pas de coloration (cf. Fig.10).



**Fig. 06: Test d'oxydase**



**Fig. 07: test oxydase**

## Annexe

**Milieu de culture utilisé dans le travail** ([www.biokar-diagnostics.fr](http://www.biokar-diagnostics.fr)).

### **Milieu gélose de slantez**

#### **Composition :**

La composition peut être ajustée de façon à obtenir des performances optimales.

Pour 1 litre de milieu complet :

-Tryptose	20,0g
- Extrait autolytique de levure	5,0g
-Glucose	2,0g
- Phosphate dipotassique	4,0g
- Azide de sodium	0,4g
- Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium	0,1g
- Agar agar bactériologique	10,0g
pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : 7,2 ± 0,2.	

### **Milieu de gélose au TTC et au Tergitol:**

#### **Composition:**

La composition peut être ajustée de façon à obtenir des performances optimales.

Pour 1 litre de milieu complet :

- Peptone pancréatique de viande	10,0 g
- Extrait de viande	5,0 g
- Extrait autolytique de levure	6,0g
- Lactose	20,0
-Bleu de bromothymol	50,0mg
- Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium	25,0mg
-Agar agar bactériologique	10,0g
pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : 7,2 ± 0,1.	

## Annexe

### Milieu gélose glucosé de viande –voie :

#### Composition :

La composition peut être ajustée de façon à obtenir des performances optimales.  
Pour 1 litre de milieu :

- Glucose	30 g
-Peptone viande-foie	2,0 g
- Amidon soluble	2,0 g
- Sulfite de sodium	2,5 g
- Citrate de fer ammoniacal	0,5 g
-Agar agar bactériologique	11,0 g
pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : 7,6 ± 0,2.	

### Milieu gélosé de chromagar

La composition peut être ajustée de façon à obtenir des performances optimales.

Pour 1 litre de milieu :

- Digestat enzymatique de caséine	1,0 g
- Extrait autolytique de levure	2,0 g
- Chlorure de sodium	5,0 g
- Dihydrogénophosphate de sodium x 2 H <sub>2</sub> O	2,2 g
- Hydrogénophosphate disodique	2,7 g
- Pyruvate de sodium	1,0 g
- Sorbitol	1,0 g
- Tryptophane	1,0 g
- Tensioactif à l'éthoxylate d'alcool secondaire	0,15 g
- 6-Chloro-3-indoxyl-β-D-galactopyranoside	0,2 g
- Acide 5-Bromo-4-chloro-3-indoxyl- β-D-glucuronique .	0,1 g
- Isopropyl-β-D-thiogalactopyranoside (IPTG)	0,1 g
- Agar agar bactériologique	16,0 g
pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : 6,8 ± 0,2.	