



## **Université Ammar Telidji-Laghouat**

**Faculté : Des Sciences**

**Département : Biologie appliqué**

### **Mémoire de fin d'étude**

- Domaine : Science de la nature et de la vie
- Filière : Biologie
- Option : Microbiologie

**Présenté par :**

- ✓ **CHETTIH Louiza Chaïma**
- ✓ **ATLAOUI Ikram**

**Intitulé**

**Analyses physico-chimiques et bactériologiques des  
eaux potables de la plaine de Laghouat**

**Membre du jury :**

Président : MADOURI Redouane	Maitre – assistant	A	U.A.T. Laghouat
Examineur : DJEBLI Ahmed	Maitre – assistant	B	U.A.T. Laghouat
Encadreur : MIHOUB Redouane	Maitre – confèrent	A	U.A.T. Laghouat
Co encadreur : BENAMAR Ibrahim	Maitre – assistant	B	U.A.T. Laghouat

**Année universitaire 2021-2022**

## *Remerciements*

*Au moment où s'achève cette recherche, nous rendons grâce à Allah le tout puissant qui nous a aidés à réaliser ce travail.*

*Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à tous ceux qui nous ont apporté aides et encouragements notamment le corps professoral du département de biologie, Laghouat.*

*Nous remercions particulièrement monsieur M. MIHOUBREDOUANE, notre encadreur, d'avoir dirigé aimablement notre travail, mille mercis pour sa disponibilité, ses précieuses orientations, ses conseils avisés et son accompagnement lors de l'accomplissement de ce travail.*

*Nous exprimons notre gratitude à monsieur BENAMAR IBRAHIM, pour le soutien scientifique et humain qu'il nous a accordé et surtout pour ses cours de sagesse.*

*Nos remerciements les plus sincères s'adressent à monsieur HENNICHE AHMED, chef de laboratoire ALGERIENNE DES EAUX qui nous a accueillis chaleureusement pour la mise en place de l'expérimentation, ainsi que tous ses apprenants pour leur sérieux.*

## Dédicace

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce travail à ceux qui quels que soient les termes embrassés je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère. J'implore Dieu le tout puissant de vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.*

*A l'homme, mon précieux offre de Dieu, qui doit ma vie, ma réussite et mon respect : mon cher papa. Ce mémoire est le résultat de sacrifice dont vous avez fait preuve de l'encouragement et le soutien que vous ne cessez de manifester, j'espère que vous y trouverez le fruit de votre semence et le témoignage de ma grande fierté de vous avoir.*

*A la femme, que ses dévouements et ses sacrifices firent pour moi un encouragement, celle qui a guetté mes pas et m'a couvé de tendresse : ma chère maman. Vous m'avez aidé et soutenu dès ma naissance avec une affection renouvelée. Je ne pourrais jamais vous exprimer la profondeur des sentiments que je vous éprouve.*

*A ma sœur Issra, la personne que je ne pourrais jamais imaginer la vie sans elle. Sa bonté, ses coups de pouce, et surtout son soutien affectif ont été pour moi l'exemple de persévérance.*

*A mes deux frères, mes soldats et mes protecteurs, qui ont le luxe de me procurer le bonheur et la joie de vivre.*

*A mon grand-père maternel, les mots sont insuffisants pour lui exprimer ma profonde estime.*

*A mes deux grand-mères, leurs prières m'ont été un grand secours pour mener à bien mes études.*

*A la mémoire de mon grand-père paternel, puisse Dieu l'avoir en sa sainte miséricorde et que ce travail soit une prière pour son âme.*

*A ma camarade IKRAM pour sa patience et sa sympathie tout au long de ce trajet.*

*A mes chers amis qui m'ont encouragé à réaliser ce travail.*

CHETTIH Louiza Chaïma

## *Dédicace*

*A mon très cher père*

*Quoi que je fasse ou que je dis, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mon côté a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A ma très chère sœur*

*Quim'a toujours soutenueet encouragée durant ces années d'études.*

*A ma chère binôme et amie Louiza et sa famille*

*Pour leurs indéfectibles soutiens et leurs patiences infinies.*

*A mes chers amis*

*Les plus proches personnes dans le monde.*

*A mes chers enseignants*

*Puisse Dieu vous donne santé, bonheur et courage dans votre vie.*

*Enfin, j'exprime ma profonde estime à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, car un projet ne peut pas êtrele fruit d'une seule personne.*

*ATLAOUI Ikram.*

## ملخص

تحتل منطقة الأغواط موقعًا مركزيًا هامًا في الجزائر من خلال ربط المرتفعات بالصحراء. حيث أن تساقط الأمطار لا يخضع لأي انتظام على مدار العام لتزويد الشبكة الهيدروغرافية ، مما يعطي هذه المنطقة طابعًا جافًا.

نظرا للإحتياجات المائية الكبيرة والظروف المناخية السائدة في المنطقة ، تهدف الدراسة إلى عرض الخصائص الرئيسية: الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية لمياه السهل. كما أنه سيجعل من الممكن معرفة أسباب تلوث المياه. سمح لنا طرح هذه الإشكالية بإجراء تدريب عملي قصير على مستوى الجزائرية للمياه في المنطقة من أجل قياس هذه المعايير.

من ناحية الجودة الكيميائية للمياه، أظهرت النتائج أن نسبة المعادن عالية نسبيًا وفي غاية الصلابة ، وتحتوي على مستويات عالية من الكبريتات والكالسيوم ، وبدرجة أقل في الكلوريدات والبيكربونات. كما أكدت قابلية الشرب المقبولة.

كما أبرزت دراسة التحليل البكتريولوجي أمام الراهانات المختلفة الموجودة بين العناصر الكيميائية عدم وجود الجراثيم المسببة للأمراض التي يمكن أن تؤثر على هذه المياه.

## الكلمات المفتاحية:

الفيزيوكيميائية البكتريولوجية مياه الأغواط الجزائرية للمياه

## Résumé

La région d'étude Laghouat occupe une position centrale en Algérie en reliant les hauts plateaux avec le Sahara. Les précipitations n'interviennent pas régulièrement au cours de l'année pour l'alimentation du réseau hydrographique, donnant à cette région le caractère aride.

Vu les besoins importants en eau et les conditions climatiques qui règnent dans la région, l'étude a pour objectif de présenter les principales caractéristiques : physico-chimiques et bactériologiques des eaux de la plaine. Elle permettra aussi de connaître les causes de contamination des eaux. Cette problématique nous a permis d'effectuer un stage pratique de courte durée au niveau de l'ADE de la région afin de doser ces paramètres.

Sur le plan, qualité chimique des eaux: elles sont très minéralisées et excessivement dures, avec de fortes teneurs en sulfates et Calcium, et à moindre degré en chlorures et bicarbonates. Elle a confirmé également une potabilité acceptable.

L'étude de l'analyse bactériologique devant les différents enjeux qui existent entre les éléments chimiques, elle a mis en évidence. L'absence des germes pathogènes qui peuvent affecter ces eaux.

**Mots clefs :** Laghouat, eau, chimique, bactériologique, ADE.

## *Abstract*

The Laghouat study region occupies a central position in Algeria by linking the highlands with the Sahara. Rain does not occur regularly throughout the year to supply the hydrographic network, giving this region an arid characteristic.

Given the significant water needs and the climatic conditions prevailing in the region, the study aims at presenting the main characteristics: physico-chemical and bacteriological in plain waters. It will also make it possible to know the causes of water contamination. This problem allowed us to carry out a short practical internship at the level of the ADE of the region in order to measure these parameters.

The quality of the chemicals in the waters as planned: they are very mineralized and hard, with high levels of sulphates and Calcium, and with a lesser degree of chlorides and bicarbonates. It also confirmed potability.

The study of the bacteriological analysis highlighted in front of the various stakes which exist among the chemical elements the absence of pathogenic germs that can affect these waters.

**key words:** Laghouat , physico-chemical , bacteriological, ADE, water

## *Table des matières*

Introduction.....	01
<b>I Synthèse bibliographique</b>	
<b>1. Définition de l'eau :</b> .....	03
<b>2. Etat de l'eau dans la nature :</b> .....	03
- L'état vapeur :.....	03
- L'état solide :.....	03
- L'état liquide :.....	04
<b>3. Propriétés de l'eau</b> .....	04
3.1. Propriétés physiques .....	04
- Masse volumique .....	04
- Tension superficielle.....	04
- Viscosité .....	04
- Propriétés optiques .....	05
3.2. Propriétés chimiques.....	05
- L'eau solvant .....	05
<b>4. cycle de l'eau</b> .....	05
4.1. Evaporation et transpiration des végétaux .....	05
4.2. Les condensations et les précipitations .....	06
4.3. Les ruissellements et l'infiltration .....	06
<b>5. Les ions de l'eau :</b> .....	07
5.1. Les cations : .....	07
5.1.1. L'ion calcium :.....	07
5.1.2. L'ion magnésium.....	07
5.1.3. L'ion sodium .....	07
5.1.4. L'ion potassium.....	08
5.1.5. Le fer .....	08
5.2. Les anions.....	08
5.2.1. Carbonates et bicarbonates.....	08
5.2.2. L'ion sulfate .....	08
5.2.3. Chlorure .....	08

5.2.4. L'ion nitrate.....	08
5.2.5. L'ion Nitrite .....	09
5.2.6. L'ion phosphate.....	09
<b>6. Les caractéristiques de l'eau.....</b>	<b>09</b>
6.1. Caractéristiques organoleptiques.....	09
6.1.1. La couleur .....	09
6.1.2. Le goût .....	09
6.1.3. L'odeur.....	09
6.1.4. La turbidité.....	10
<b>7. L'eau dans la région de Laghouat.....</b>	<b>10</b>
7.1. Géologie de la région .....	10
7.2. Climatologie de Laghouat.....	10
7.2.1 .Température .....	11
7.2.2. Précipitations.....	11
7.2.3. Humidité .....	11
7.2.4. Vents .....	11
<b>8. Classification des différentes zones.....</b>	<b>12</b>
<b>9. Rayonnement solaire et durée d'insolation .....</b>	<b>13</b>
<b>10. Réseau hydrographique de la région.....</b>	<b>13</b>
- Eau de pluie.....	14
- Eaux souterraines.....	14
- Eaux de surface.....	14

## II Matériels et Méthodes.

<b>1. Aperçu sur la région d'étude.....</b>	<b>16</b>
1.1. Localisation de la wilaya de Laghouat.....	16
<b>2. Prélèvement et stage pratique.....</b>	<b>17</b>
2.1. Description de L'ADE de Laghouat.....	17
2.2. Structuration de l'établissement .....	18
2.2.1. Organisation .....	18
2.2.2. Missions .....	18
<b>3. Les laboratoires d'analyses.....</b>	<b>19</b>
3.1. Le laboratoire d'Analyse physico- chimiques.....	19

- Multi paramètre.....	19
- Spectrophotomètre.....	19
- Etuve.....	20
3.2. Le laboratoire d'Analyse bactériologiques.....	21
3.3. Prélèvements et échantillonnages .....	21
3.4. Transport et conservation de l'échantillon .....	22
3.5. Echantillonnage .....	22
<b>4. Dosage et description des paramètres physico-chimiques.....</b>	<b>23</b>
4.1. Caractéristiques physico-chimiques des eaux.....	24
4.2. Les paramètres physiques .....	24
- La température.....	24
- La conductivité.....	24
- Le potentiel hydrogène (ph).....	24
- La turbidité .....	25
- La dureté.....	25
- La salinité.....	25
4.3. Les paramètres chimiques .....	26
4.3.1. Les cations.....	26
- Le Calcium (Ca <sup>2+</sup> ).....	26
- Le Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ).....	26
- Le Sodium et Potassium (Na +, K +) .....	26
4.3. 2. Les anions.....	26
- Les Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	26
- Les Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).....	27
- Les Chlorures (Cl <sup>-</sup> ) .....	27
- Les Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	27
<b>5. Description des paramètres bactériologiques.....</b>	<b>27</b>
5.1. Recherche et dénombrement des germes totaux :.....	28
5.2. Recherche et dénombrement des coliformes et d' <i>escerichiacoli</i> :.....	28
- La recherche des coliformes.....	28
- La recherche des Escherichia coli.....	28
5.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :.....	29
- Test présomptif :.....	29
- Test confirmatif :.....	29

5.4. Recherche et dénombrement des spores de <i>Clostridium</i> sulfito-réducteur : .....	29
---	----

### III Résultats et Discussion

<b>1. Analyse physicochimique .....</b>	<b>31</b>
1.1. Résultats d'analyse physico-chimique .....	31
1.2. Interprétations des résultats .....	32
1.2.1. PH .....	32
1.2.2. Conductivité .....	32
1.2.3. Température.....	32
1.2.4. Turbidité.....	32
1.2.5. Dureté totale .....	33
1.2.6. L'ion calcium.....	33
1.2.7. L'ion magnésium .....	34
1.2.8. L'ion chlorure .....	34
1.2.9. L'ion ammonium .....	34
1.2.10. L'ion phosphate .....	34
1.2.11. L'ion sulfate .....	34
1.2.12. L'ion nitrate .....	35
1.2.13. L'ion nitrite.....	35
1.2.14. Le fer .....	35
<b>2. Potabilité des eaux.....</b>	<b>35</b>
3. Analyse bactériologique .....	37
3.1. Résultats d'analyse bactériologique .....	37
3.2. Interprétations des résultats .....	38
3.2.1. Germes totaux .....	38
3.2.2. Les coliformes .....	38
3.2.3. Les streptocoques fécaux .....	39
3.2.4. <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs .....	39
<b>Conclusion.....</b>	<b>41</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	
<b>Annexes.....</b>	

## *Liste d'abréviations*

OMS : L'Organisation mondiale de la santé.

ISO : l'Organisation internationale de normalisation.

*ADE : Algérienne des eaux.*

*C25 : Alcalinité*

*TDS: Total dissolved solids*

T° : Température

PH: *Potentiel hydrogène*

*TH : Titre hydrotimétrique*

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

Mg<sup>+</sup> : *Magnesium*

Cl<sup>-</sup> : *Chlore*

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> : *Le bicarbonate*

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

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

*Fe : Le fer*

PO<sub>4</sub><sup>-</sup> : *Phosphate*

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : *Le nitrate*

NO<sub>2</sub><sup>-</sup>: *Le nitrite*

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : *Ammonium*

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

F° : *Degré Français*

### *Liste des tableaux*

<b>Tableau 1.</b> Données climatiques de Laghouat – Algerie.	<b>11</b>
<b>Tableau 2.</b> Données climatiques de la région de Laghouat pour la période de (ONM). TX : Température maximale, TN : Température moyenne, TM : Température minimale, H : Humidité, V : Vent : Evaporation, I : Insolation, P : Précipitation.	<b>12</b>
<b>Tableau 3.</b> Découpage administrative de la wilaya de Laghouat.	<b>16</b>
<b>Tableau 4.</b> Inventaire des points d'eau dans la plaine de Laghouat.	<b>23</b>
<b>Tableau 5.</b> Classification des eaux d'après leur pH.	<b>25</b>
<b>Tableau 6.</b> Données des analyses chimiques (Avril, 2022).	<b>31</b>
<b>Tableau 7.</b> Données de la dureté des eaux de la plaine (Avril, 2022).	<b>33</b>
<b>Tableau 8.</b> Potabilité des eaux de la plaine de Laghouat (Avril, 2022).	<b>36</b>
<b>Tableau 9.</b> Données des analyses Bactériologiques (Avril, 2022).	<b>37</b>

## *Liste des figures*

Figure 1. Cycle de l'eau. (www.cnrs.com)	<b>6</b>
Figure 2. Carte du réseau hydrographique de la wilaya de Laghouat	<b>13</b>
Figure 3. Localisation géographique de la wilaya de Laghouat.	<b>17</b>
Figure 4. Organisation de laboratoire de l'ADE.	<b>18</b>

*Liste des photos*

<b>Photos 1.</b> Un appareil multi paramètre	<b>19</b>
<b>Photos 2.</b> Un spectrophotomètre	<b>20</b>
<b>Photos 3.</b> Une étuve	<b>20</b>

# **Introduction**

# Introduction

---

## Introduction

Depuis plus de trois décennies, la plupart des régions algériennes ont connu une chute irrégulière de la pluviométrie notamment durant ces dernières années. Le spectre de la sécheresse commence à se faire sentir surtout dans les régions de l'ouest du pays. En même temps, notre pays a connu également un essor démographique impressionnant, conséquence logique du développement économique et social qu'a connu notre pays depuis l'indépendance. Ces Pour faire face à cette situation, l'optimisation de l'utilisation de l'eau ainsi que sa préservation contre la pollution s'avèrent plus qu'indispensable.

Notre région d'étude fait partie du grand bassin saharien à 400 km au sud de la capitale Alger. La plaine présente un grand nombre de puits et de forages qui se répartissent dans la plaine. L'absence de cours d'eaux pérennes dans la plaine ainsi que la lame précipite jugée relativement faible nous pose une question sur la qualité des eaux de la plaine. Divers activités existent dans la région d'étude, on peut citer l'activité agricole de la plaine qui semble favorable, mais parfois influe sur la qualité chimique de la nappe, et tout particulièrement sur la potabilité des eaux de la plaine.

Toutes ces contraintes nous conduisent à pousser à réaliser ce travail afin d'arriver à donner des réponses sur l'aspect qualitatif des eaux de la région.

Devant la pression des collectivités, de la demande en eaux en Algérie d'une manière générale, et en particulier la région de Laghouat, ce travail s'articulera autour de deux grands axes :

Nous aborderons dans le premier axe, la partie physico- chimique et bactériologiques, nous analyserons et présenterons la partie théorique pour mettre en évidence l'ensemble des méthodes et matériels utilisés durant le stage et la campagne de prélèvement des échantillons d'eau en Mars et Avril 2022 au niveau de l'ADE de Laghouat.

Le second axe comprend à l'analyse des facteurs, on s'intéressera à l'interprétation des résultats des données d'analyses et développer les anomalies de cette recherche. Cet axe viendra compléter ou confirmer les résultats du premier axe, et finalement une conclusion générale.

# **Chapitre I**

## **Synthèse bibliographique**

## 1 Définition de l'eau :

L'eau est la substance minérale la plus répandue à la surface du globe. Elle est l'élément autour duquel se maintient et se développe la vie. (DEGREMENT, 2005). L'eau est banale, incolore, inodore et sans saveur, mais en même temps singulière, fantasque, exceptionnelle. De valeur nutritive à peu près nulle, elle est cependant le constituant principal de tout être vivant. Lorsqu'elle gèle, elle augmente de volume, se gonfle au lieu de diminuer comme la plupart des autres substances, elle se solidifie et flotte en milieu liquide. (MERCIER, 2000). Elle résume l'un des corps chimiques les plus complexes dans ces constantes physiques, d'une constitution exceptionnelle et discrète, au point où nombre de ces réactions sur d'autres corps, qu'ils s'agissent de dissolution, d'ionisation, d'hydrolyse et d'hydratation, demeurent à ce jour inexplicables. (MERCIER, 2000)

Chacun sait de nos jours que la notation chimique de la molécule d'eau s'écrit  $H_2O$  qui signifie que cette molécule est formée par la combinaison de deux atomes d'hydrogène (H) et un atome d'oxygène (O). (Matricon, 2000).

La composition chimique et la masse molaire de l'eau ne peuvent pas expliquer ces propriétés spécifiques. La molécule H-O-H est courbée avec un angle de valence de  $105^\circ$  et une distance internucléaire H-O de  $0,958 \text{ \AA}$ . La différence d'électronégativité entre l'oxygène et l'hydrogène confère à la molécule d'eau un moment dipolaire  $\mu = 1,86 \text{ D}$  (gaz) et  $\mu = 2,01$  à  $3,0 \text{ D}$  (liquide). (Ouali, 2008).

La représentation de la molécule d'eau sous sa forme « compacte » donne une image réelle de la molécule et de l'encombrement des atomes qui la constituent. (KETTAB, 1992)

## 2 Etat de l'eau dans la nature :

L'eau peut se présenter sous trois états physiques ou phases : solide (glace), liquide (eau proprement dite) et gaz (vapeur d'eau).

### - L'état vapeur :

Il est obtenu à partir de  $100^\circ\text{C}$  à la pression atmosphérique, les molécules sont relativement indépendantes les unes des autres et correspondent au modèle angulaire.

### - L'état solide :

Il est obtenu en dessous de  $0^\circ\text{C}$  sous la pression atmosphérique ; les molécules sont

disposées suivant un *tétraèdre* avec une molécule d'eau centrale et quatre autres disposées suivant les quatre sommets d'un tétraèdre régulier. Le réseau cristallin qui en résulte est *hexagonal*. Les molécules sont assemblées par des liaisons hydrogènes, chaque atome d'hydrogène d'une molécule d'eau étant liée à l'atome d'oxygène de la molécule voisine.

## - L'état liquide :

Au cours de la fusion de la glace, les liaisons hydrogènes se rompent, le cristal s'effondre et les molécules se rapprochent les unes des autres, la masse volumique augmente jusqu'à une valeur maximale correspondant à une température de 4°C sous 1'atmosphère. (Ouali, 2008)

## 3 Propriétés de l'eau :

### 3.1. Propriétés physiques :

Les propriétés physiques les plus intéressantes de l'eau sont les suivantes :

#### - Masse volumique :

La masse volumique varie avec la température et la pression. Pour l'eau pure sous pression normale, elle passe par un maximum à environ 4 °C (exactement 3,982 °C). (DEGREMENT, 2005)

#### - Tension superficielle :

Elle se montre facilement grâce à l'expérience de l'aiguille qui flotte à la surface de l'eau dans un verre. Cette tension superficielle due aux liaisons hydrogène entraîne aussi la montée de l'eau dans un tube capillaire. (KEMMER, 1984)

La tension superficielle diminue avec l'augmentation de la température, et augmente avec l'addition de sels dissous. (DEGREMENT, 2005)

#### - Viscosité :

On l'appelle souvent frottement interne. Lorsque la température augmente, la viscosité diminue, le traitement devient plus facile, les opérations de sédimentation et de dégazage sont plus rapides. La présence de sels dissous augmente la viscosité car il y a augmentation du degré d'association. (Ouali, 2008)

## - Propriétés optiques :

La transparence de l'eau dépend de la longueur d'onde de la lumière qui la traverse.

(DEGREMENT, 2005)

L'eau est transparente aux UV, opaque aux IR, absorbe le rouge au visible ce qui explique la couleur bleue de l'eau.

Les propriétés optiques sont très utilisées dans le contrôle de l'efficacité de traitements d'épuration et pour mesurer certaines formes de pollution. (Ouali, 2008).

## 3.2 Propriétés chimiques

Malgré les apparences, l'eau n'est pas du tout une substance chimiquement inerte, elle est un réactif chimique très efficace, capable de se lier à de nombreuses molécules, de les casser ou du moins de les déformer. (Matricon, 2000)

## - L'eau solvant :

Grâce à sa polarité, l'eau est un excellent solvant. Quand un composé ionique ou polaire pénètre dans l'eau, il est entouré de molécules d'eau. La relative petite taille de ces molécules d'eau faite que plusieurs d'entre elles entourent la molécule de soluté. Les dipôles négatifs de l'eau attirent les régions positivement chargées du soluté, et vice versa pour les dipôles positifs. ([www.techno-science.net](http://www.techno-science.net))

La plupart des substances minérales peuvent se dissoudre dans l'eau, ainsi qu'un grand nombre de gaz et de produits organiques.(DEGREMENT, 2005)

## 4 cycle de l'eau :

On peut considérer la terre comme un système à circuit fermé dans sa représentation la plus simple, ce circuit implique des transferts d'eau des masses océaniques vers l'atmosphère, de l'atmosphère vers les masses continentales puis des masses continentales vers les océans, c'est de cette nature cyclique qui est venu le terme générale dit « cycle de l'eau » attribué à ces transferts d'eau. (ANCTILE et al., 2005)

### 4-1- Evaporation et transpiration des végétaux :

L'eau de l'hydrosphère, chauffée par le rayonnement solaire, s'évapore. Cette eau rejoint alors l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau. Cette évaporation dépend du vent, de l'ensoleillement et de la température.

Les êtres vivants, et plus particulièrement les végétaux ont une influence sur le cycle. Les

racines des végétaux pompent l'eau du sol, et en relâchent une partie dans l'atmosphère.

([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))

Environ 10% des précipitations proviennent de la transpiration des végétaux.

([www.ecole-plus.com/pdf/cycle-eau.pdf](http://www.ecole-plus.com/pdf/cycle-eau.pdf))

## 4-2- Les condensations et les précipitations :

Soumise à des conditions favorables, la vapeur d'eau se condense pour former les nuages et engendrer les précipitations. Une partie des précipitations est captée par le feuillage des plantes ou retenues dans des dépressions en surface, et retenue éventuellement dans l'atmosphère par évaporation. (ANCTILE et al., 2005)

## 4-3- Les ruissellements et l'infiltration :

L'eau qui n'est pas absorbée par le sol, ruisselle le long des pentes jusqu'à se déverser dans les rivières, fleuves ou lacs. Elle sera transportée jusqu'aux mers et océans.

L'eau de pluie pénètre dans les sols perméables, en s'infiltrant dans un sol perméable, remplit parfois des poches souterraines et formant ainsi de véritables réservoirs d'eau.

L'eau contenue dans ces réservoirs trouve parfois un chemin naturel vers l'extérieur.

([www.ecole-plus.com/pdf/cycle-eau.pdf](http://www.ecole-plus.com/pdf/cycle-eau.pdf))

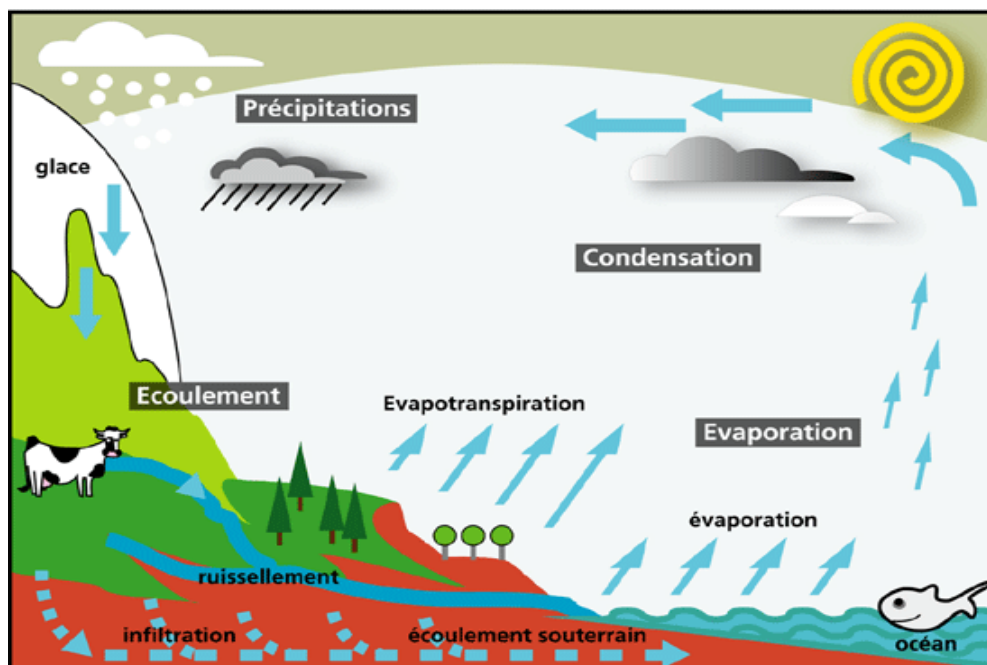


Figure 1 : cycle de l'eau. ([www.cnrs.com](http://www.cnrs.com))

## 5- Les ions de l'eau :

Un ion est un atome ou groupement d'atomes (molécules) qui a gagné ou perdu un ou plusieurs électrons. Un ion peut porter une ou plusieurs charges élémentaires aussi bien positives que négatives. Ces charges seront le résultat d'un excès ou un défaut d'électrons. ([www.sciencesfaciles.fr](http://www.sciencesfaciles.fr))

### 5.1-les cations :

#### **5.1.1-L'ion calcium :**

L'ion calcium est un métal alcalinoterreux, il est répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonate. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. (**LECLERE et al.,1994**)

L'ion calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilité. Le seul inconvénient domestique, lié à une dureté élevée, est l'entartrage. Par contre, les eaux très douces peuvent entraîner des problèmes de corrosion des canalisations. (**GAUJOUS, 1995**)

#### **5.1.2-L'ion magnésium :**

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature, il constitue environ 2,1% de l'écorce terrestre, son abondance géographique, sa grande solubilité font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes allant de quelques mg à quelques fois plusieurs centaines de mg par litre. La teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées. Il constitue l'élément significatif de la dureté de l'eau avec l'ion calcium. (**RODIER, 1996**)

#### **5.1.3-L'ion sodium :**

Présent sous forme de Na Cl, il a une grande importance alimentaire et industrielle, il renforce et donne l'appétit, pour cela il est recommandé de le contrôler, il provient de l'évaporation progressive des marais salants, soit extrait à partir du sous sol. Le sodium est un élément constant de l'eau, toutefois les concentrations peuvent être extrêmement variables allant de quelques dizaines de milligrammes à 500 mg/L et même au-delà. Le sel peut provenir de la décomposition des sels minéraux comme les silicates de sodium et d'aluminium, de la venue d'eau sale dans les nappes aquifères. (**RODIER, 1984**)

#### **5-1-4- L'ion potassium :**

Métal alcalin très répandu dans la nature sous forme de sels, il joue un rôle important dans l'équilibre électrolytique de l'organisme. Le potassium est étroitement rattaché au

Sodium à tel point qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses d'eau. (KEMMER, 1984)

### **5.1.5- Le fer :**

Très répandu, le fer se classe au 4<sup>ème</sup> rang des éléments de la croûte terrestre, ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/j mais 60 à 70% seulement de la quantité ingérée sont métabolisés. (RODIER, 1996)

### **5.2-Les anions :**

#### **5.2.1-Carbonates et bicarbonates :**

Le carbonate de calcium est abondant dans les sédiments. La solubilité des carbonates obéit à des lois très particulières, alors que pour les autres sels, la solubilité augmente plus ou moins avec la température. La solubilité du carbonate de calcium est fonction de la teneur de l'eau en gaz carbonique dissout. Plus la teneur en CO<sub>2</sub> dissout augmente, plus la concentration de l'ion CO<sup>-3</sup> diminue, ce qui a pour résultat la disparition des carbonates et la formation des bicarbonates. (RODIER, 1996)

#### **5.2.2- L'ion sulfate :**

La concentration en ions sulfates des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains qui ne contiennent pas une proportion importante des sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque la durée de contact avec la roche est élevée. (RODIER, 1996)

#### **5.2.3-L'ion Chlorure :**

Les teneurs en ions chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Le grand inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils transmettent à l'eau à partir de 250 mg/L, surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium. (DEGREMENT, 2005)

#### **5.2.4- L'ion nitrate :**

Substance chimique naturelle qui entre dans le cycle de l'azote. Le nitrate est beaucoup utilisé dans les engrais inorganiques et explosifs, comme agent de conservation des aliments et comme substance chimique brute dans divers procédés industriels. Le nitrate représente la

plus stable des deux formes de l'azote, mais sous l'action microbienne il peut être réduit en nitrite qui est la forme la plus toxique. ([www.Actusenvironnement.com](http://www.Actusenvironnement.com))

## 5.2.5- L'ion Nitrite :

Le nitrite est un sel ou un ester de l'acide nitreux. ([www.leuntech.com](http://www.leuntech.com))

## 5.2.6- L'ion phosphate :

L'ion phosphate est un anion polyatomique de formule chimique brute  $\text{PO}_4^{-3}$  et de masse moléculaire de 94,97 daltons, il se présente sous la forme d'un tétraèdre dont les sommets sont formés par les quatre atomes d'oxygène encadrant un atome de phosphore. ([fr.wikipedia.org/wiki/phosphate](http://fr.wikipedia.org/wiki/phosphate))

## 6- Les caractéristiques de l'eau :

### 6.1- Caractéristiques organoleptiques :

#### 6.1.1- La couleur :

La couleur d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. (RODIER, 1996)

La couleur se mesure en comparant l'échantillon à examiner avec des tubes témoins dont la coloration est obtenue à partir d'une solution composée de chlorure platinico-potassique et de chlorure cobalteux dissout dans de l'acide chlorhydrique. (DUPONT, 1986)

#### 6.1.2- Le goût :

C'est l'ensemble des sensations gustatives, affectives et de sensibilité chimique telle qu'elle est sentie lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche. (GAMRASNI, 1986)

Les principaux corps pouvant donner à l'eau une saveur désagréable sont le fer et le manganèse, le chlore actif, le phénol et le chlorophénol, la saveur se développe avec l'augmentation de la température. (DUPONT, 1986)

#### 6.1.3- L'odeur

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matière organique en décomposition. (RODIER, 1996)

Les odeurs sont dues notamment au plancton, aux algues mortes pour les eaux de rivières, à l' $\text{H}_2\text{S}$  pour les eaux souterraines. (DUPONT, 1986)

## 6.1.4- La turbidité :

Elle définit l'opalescence d'une eau beaucoup plus aux particules colloïdales en suspension et aux matières organiques dissoutes. (BERNE et al., 1991)

L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité, celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. (RODIER, 1984)

## 7. L'eau dans la région de Laghouat

### 7.1. Géologie de la région

Le territoire de la wilaya s'étend sur deux domaines géologiques différents, notamment sur le plan de la structure et de l'évolution (Emberger, 1960 ; IAP, 1972 et Hannachi, 1981), ces domaines sont : L'Atlas Saharien au nord, formé par les monts des Amours et les monts des Ouled Nail; La plate forme Saharienne au Sud, formée par un ensemble de plateaux subtabulaires diversifiés selon leurs structures, leurs positions et la nature de la roche qui les constituent. Ces plateaux sont communément désignés par les noms arabes (Hmada et Reg).

### 7.2. Climatologie de Laghouat

Le climat qui règne est de type présaharien. Il se caractérise par une faible pluviométrie, l'hiver très froid et l'été très chaud. Les écarts de températures restent des plus significatifs. Les vents dominants sont orientés à l'ouest et au sud-ouest .Le sirocco est plus fréquent dans les Hauts plateaux. Le maximum de fréquence sur l'atlas-saharien a eu lieu généralement en juin et juillet .Le nombre de jours de sirocco est de 7 jours à Laghouat .Découlant du relief . le climat est de type continental au Nord-ouest avec une pluviométrie variant de 300 à 400 mm.des chutes deneige et des gelées blanches.Dans la region des hautes plateaux ,le climat est de type saharien et aride .La pluviometrie varie entre 150mm au centre et 50 mm au sud.Les hivers sont caractérisés par des gelées les blanches et les étés par une forte chaleur accompagnée de vents de sables (ONM) (Tableau 2). (<https://www.climatsetvoyages.com/climat/algerie>)

**Tableau 1 .** Données climatiques de Laghouat - Algerie

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
Température minimale moyenne (°C)	2	4	7	9	13	18	21	20	17	12	6	3	310.9
Température moyenne (°C)	7.5	9.5	12.5	16	19.5	25	28.5	27.5	23.5	18	11.5	8	17.2
Température maximale moyenne (°C)	13	15	18	23	26	32	36	35	30	24	27	13	23.4
Précipitations (mm)	7	14	12	16	15	10	1	107	18	18	15	5	238

## 7.2.1 .Température

La région est soumise à des conditions climatique de type saharien se caractérisant par de fortes fluctuations entre l’hiver et l’été, le maximum de températures avoisine 38 en période estivale, l’hiver est très rigoureux, la température descend jusqu’à 2,38 en moi de décembre. (<https://www.climatsetvoyages.com/climat/algerie>)

## 7.2.2. Précipitations

Selon le graff, on remarque tout d’abord la rareté des précipitations annuelles (167mm) puis saisonnières et mensuelles. Le mois le plus arrose est septembre avec 23 mm et le mois le plus sec est juillet avec 5 mm, On remarque aussi qu’en plus de la rareté des précipitations, leur répartition est irrégulière durant l’année. (<https://www.presee.fr/doc/geo>)

## 7.2.3. Humidité

La station météorologique de la ville de Laghouat enregistre, le plus haut taux d’humidité (93%) pendant le mois décembre, et le plus bas (15%) pendant le mois de juillet. On constate aussi que l’air est sec (au-dessous de 50%) pendant les mois, avril, mai, juin, juillet, aout, octobre et septembre.

## 7.2.4. Vents

Les vents dominant sont de direction Ouest ; le SIRICO 1souffle 65-70 jours par an à partir de mois du Mai, il est fréquent du coté Nord et Ouest, généralement en juillet sur les

hautes terres du Nord et de l'Ouest, Ainsi que dans les mois de juin et juillet sur les basses terres . Le chehili venant du Sud , ces vents sont souvent violents et leur vitesse varie de 15à30 M/S soit 58 à 108Km/h et de direction sud-ouest fréquence 687 heures/mois .le Sahraoui vient du Nord-Ouest/Sud-Ouest au printemps , tandis que le Bahri de direction Est-Ouest se manifeste d'Aout à Octobre , à partir de septembre ,le vent de l'Est (Bahri) chargé d'humidité favorise la maturité des dattes (Tableau 3) .

**Tableau 2.** Données climatiques de la région de Laghouat pour la période de (ONM). TX : Température maximale, TN : Température moyenne, TM : Température minimale, H : Humidité, V : Vent : Evaporation, I : Insolation, P : Précipitation

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
Température minimale moyenne (°C)	2	4	7	9	13	18	21	20	17	12	6	3	310.9
Température moyenne (°C)	7.5	9.5	12.5	16	19.5	25	28.5	27.5	23.5	18	11.5	8	17.2
Température maximale moyenne (°C)	13	15	18	23	26	32	36	35	30	24	27	13	23.4
Précipitations (mm)	7	14	12	16	15	10	1	107	18	18	15	5	238

## 8. Classification des différentes zones

La zones de l'Atlas saharien caractérisée par des altitudes allant de 1.000 à 1.700 m avec des pentes de 12.5 à 25% .Cette zone au Nord-Ouest de la wilaya (régions d'Aflou et Brida) . Elle est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficiel de 47.095 Ha , de nappes alfatières couvrant une superficie de 315 .125 Ha ainsi que de pacage et parcours d'une superficie de 1.531.766 Ha .

La zone des hauts plateaux et de plateaux saharien caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1.000 m et des pentes de 0 à 3% .Cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficiel de 1.900.000 Ha dont une grande partie a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées.

**9. Rayonnement solaire et durée d'insolation**

En effet, placée entre 830m d'altitude à l'ouest et 790 m d'altitude au nord, avec une latitude de 33°46' et une longitude de 2°56', la ville de Laghouat dispose d'une moyenne d'ensoleillement de 7 heures par jour, avec une énergie électrique de 6 kW/m<sup>2</sup> à une durée d'insolation de 2947,8 heures annuellement.

**10. Réseau hydrographique de la région**

L'hydrogéologie est une discipline qui recoupe l'hydrologie et la géologie. Il en résulte deux approches différentes mais complémentaires permettant de définir l'hydrogéologie : Une spécialisation de la géologie qui traite des propriétés des milieux portant notamment sur leur capacité à contenir et à laisser l'eau souterraine s'écouler. Une spécialisation d'hydrologie qui traite l'eau souterraine en tenant compte des conditions géologiques. Dans l'étude hydrogéologique la première étape consiste à effectuer la synthèse des données existantes (forages, puits, piézomètres et sources) en les intégrant dans un système d'information géographiques (SIG).

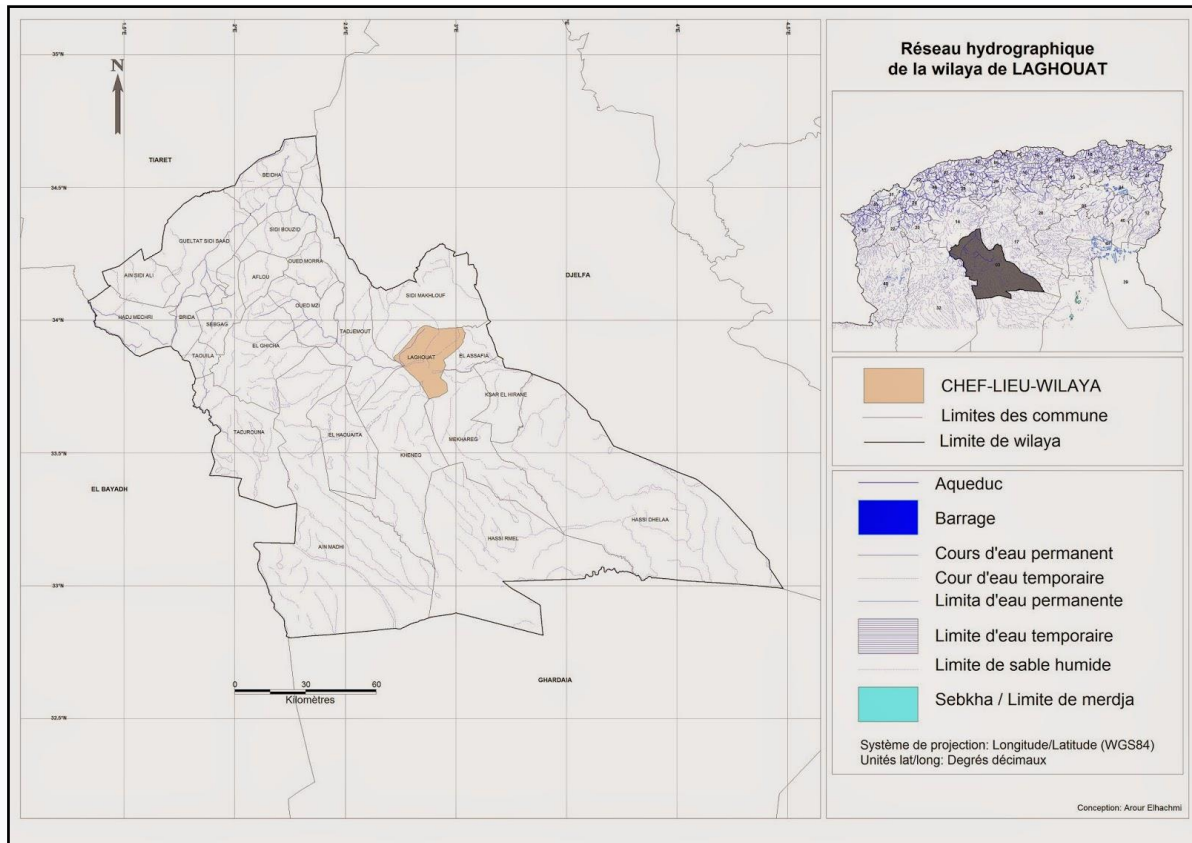


Figure 2. Carte du réseau hydrographique de la wilaya de Laghouat.

Il y a au total trois sources d'eaux naturelles. Ils sont classés comme suit :

- **Eau de pluie**

L'eau de pluie comprend d'autres sources telles que la neige et d'autres types de précipitations. Les précipitations qui tombent sur la Terre constituent une partie importante du cycle de l'eau car elles réapprovisionnent les sources d'eau de surface et souterraines.

- **Eaux souterraines**

Ce sont les sources d'eau que vous ne pouvez pas voir ou auxquelles vous ne pouvez pas accéder facilement. Le rôle important que jouent les sources d'eau souterraines dans le cycle de l'eau est qu'elles sont les principales sources de consommation humaine. Ces masses d'eau souterraines sont souvent accessibles par des puits et lorsque la pression sous la surface est trop forte, cette eau est poussée vers le haut et vers l'extérieur par des sources.

- **Eaux de surface**

Faciles à voir et à utiliser, les eaux de surface constituent de loin la source d'eau naturelle la plus abondante. L'inconvénient est que la majeure partie de l'eau de surface de la planète est de l'eau salée, elle n'est donc pas idéale pour la plupart des espèces vivantes. L'eau de surface joue un rôle important dans notre vie quotidienne en plus d'être une source d'eau potable. L'eau de surface est utilisée pour produire de l'énergie hydroélectrique en tant que source

d'énergie propre qui est également renouvelable. L'eau de surface est fournie par les précipitations, les sources et la fonte des glaces provenant des altitudes plus élevées et des glaciers. **Rodier. J(1996)**

# **Chapitre II**

## **Matériels et Méthodes**

**1. Aperçu sur la région d'étude**

**1.1. Localisation de la wilaya de Laghouat**

La wilaya de Laghouat comprend 24 communes, réparties sur 10 daïras (circonscriptions administratives). Issue du découpage administratif de 1974, Laghouat occupe une position centrale en Algérie reliant les hauts plateaux avec le Sahara. La wilaya couvre une superficie totale de 25 052 km<sup>2</sup> et fait partie du groupe des 12 wilayat pastorales du pays ainsi que des wilayat du Sud, de fait de sa position géographique et de ses caractéristiques climatiques. Elle est installée sur deux espaces de parcours, steppique et présaharien (Tableau 1). Elle est limitée :

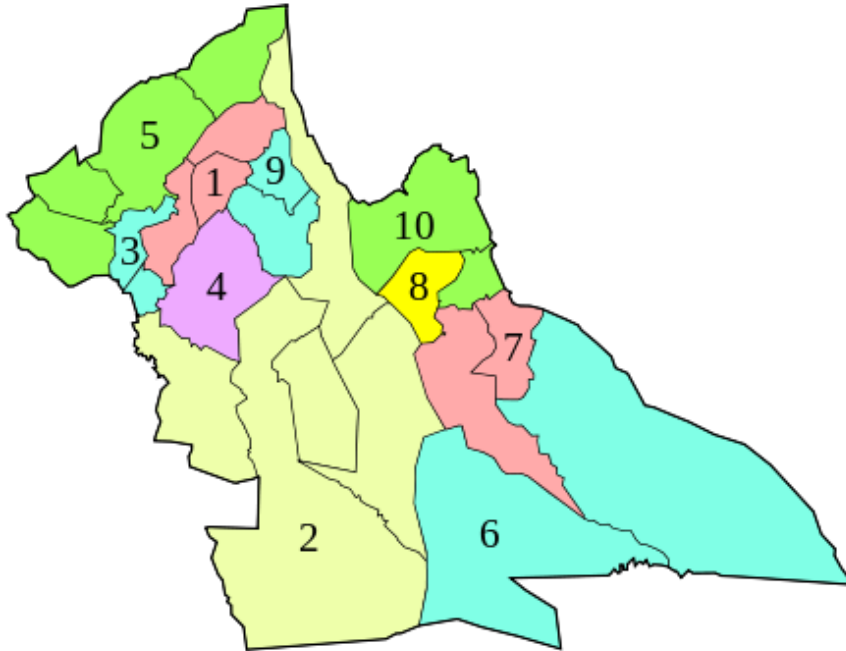
- Au Nord par les wilayas de Djelfa et Tiaret.
- A l'Est par la wilaya de Djelfa.
- Au Sud par la wilaya de Ghardaia.
- A l'Ouest par la wilaya d'El Bayadh.

**Tableau3.** Découpage administrative de la wilaya de Laghouat

DAIRATES	COMMUNES
Laghouat	Laghouat
Ksar el Hirane	Ksar el Hirane – Bennacer benchohra
Hassi-R'mel	Hassi-R'mel – Hassi Delea
Ain Madhi	Ain Madhi- Tadjmout – Tadjrouna – El Houita - Khneg
Aflou	Aflou – Sid Bouzid – Sbgag
Oued Morra	Oued Morra – Oued M'zi
Geultet Sidi Saad	Geultet Sidi Saad – Beidha – Ain Sidi Ali – Hadj Mechri
Brida	Brida – Taouila – Hadj mechri
Sidi Makhoulf	Sidi Makhoulf – El Assafia
El Ghicha	El Ghicha

La région de Laghouat est localisée dans une région de transition sur plusieurs plans. Physique, avec le passage entre les structures plissées de la chaîne Atlasique, les hamadas et le socle saharien. Climatique ensuite entre les hautes steppes arides et les espaces sahariens.

Transition humaine entre une zone Nord peuplée et une zone Sud à faible densité de population (Houyou, 2015).



1. Aflou • 2. Aïn Mahdi • 3. Brida • 4. El Ghicha • 5. Gueltet Sidi Saâd • 6. Hassi R'Mel • 7. Ksar El Hirane • 8. Laghouat • 9. Oued Morra • 10. Sidi Makhlouf •

**Figure 3.** Localisation géographique de la wilaya de Laghouat.

## **2. Prélèvement et stage pratique**

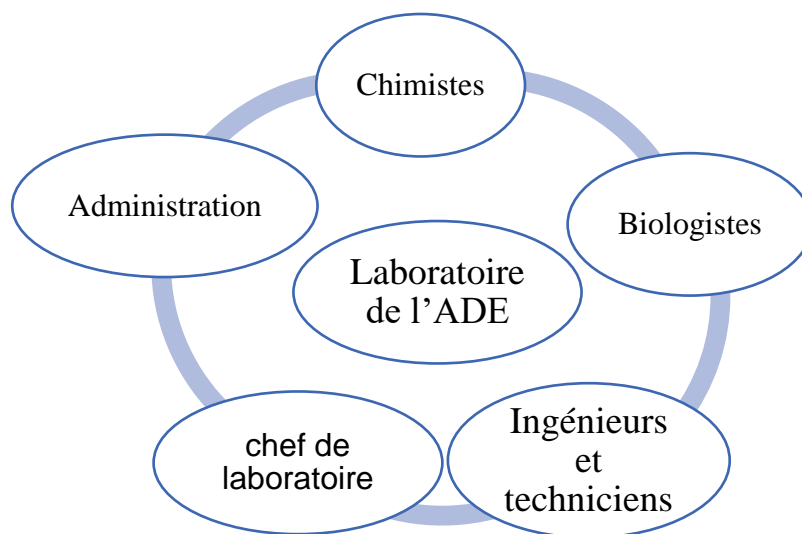
### **2.1. Description de L'ADE de Laghouat**

L'algérienne des eaux a donc une mission essentielle : mettre à la disposition du consommateur de l'eau potable. Cette mission est entendue dans un sens extrêmement large. Aussi l'éventail des interventions de l'établissement est-il particulièrement large: l'Algérienne des Eaux est aussi bien chargée de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre pour son propre compte et/ou par délégation pour le compte de l'état ou des collectivités locales, que d'initier et d'organiser pour le compte de l'état et/ou des collectivités, la gestion de la concession du service public de l'eau accordée à des personnes morales publiques ou privés.

## 2.2. Structuration de l'établissement

### 2.2.1. Organisation

L'Algérienne Des Eaux (ADE) est un établissement public national à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il a été créé par le décret exécutif n° 01-101 du 27 Moharrem 1422 correspondant au 21 Avril 2001. L'établissement est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, et son siège social est fixé à Alger.



**Figure 4.** Organisation de laboratoire de l'ADE.

### 2.2.2. Missions

L'établissement est chargé dans le cadre politique national de développement d'assurer sur tout le territoire national, la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau potable à travers la prise en charge des activités de gestion des opérations de production, de transport, de traitement, de stockage, d'adduction, de distribution et d'approvisionnement en eau potable et industrielles ainsi que le renouvellement et le développement des infrastructures s'y rapportant, A ce titre, il est chargé, par délégation :

- La normalisation et de la surveillance de la qualité de l'eau distribuée.
- D'initier toute action visant l'économie de l'eau.
- De planifier et mettre en œuvre les programmes annuels et pluriannuels d'investissements.

### 3. Les laboratoires d'analyses

#### 3.1. Le laboratoire d'Analyse physico- chimiques

Notre partie expérimentale de cette étude a été réalisée dans ce laboratoire. L'analyse physico-chimique au niveau de laboratoire de l'ADE est effectuée par un appareil multi électrodes pour la mesure du pH et pour les autres paramètres (la conductivité TDS, et la température). Le laboratoire est doté par un matériel important tel que (Balance de Précision, agitateur chauffant, dispositifs en verre, spectrophotomètre, appareil multi paramètre, Bécher, Pissettes d'eau. Pipette...etc ).

- ❖ **Multi paramètre** : est un appareil permettant la mesure de différents paramètres chimiques comme la mesure de pH, la conductivité, la température , TDS... L'appareil change de mode en fonction de la sonde qui lui est connectée.



**Photos 1.**Un appareil multi paramètre

- ❖ **Spectrophotomètre** : Un spectromètre, ou spectroscopie, est un appareil qui permet d'effectuer une mesure spectrométrique de l'absorbance d'une solution à une longueur d'onde donnée ou sur une région donnée du spectre. Selon la loi de Beer-Lambert, l'absorbance d'une solution est proportionnelle à la concentration des substances en solution, à condition de se placer à la longueur d'onde à laquelle la substance absorbe

les rayons lumineux. C'est pourquoi la longueur d'onde est réglée en fonction de la substance dont on veut connaître la concentration.



**Photos 2.** : Un spectrophotomètre

- ❖ **Etuve:** Une étuve de laboratoire est un appareil de chauffage fonctionnant le plus souvent à la pression atmosphérique (parfois sous vide ou sous gaz neutre) et permettant d'effectuer divers traitements thermiques à température réglée. Les laboratoires d'analyse ou de recherche en sont souvent pourvus.



**Photos 3.** Une étuve

### 3.2. Le laboratoire d'Analyse bactériologiques

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

Le récipient utilisé doit assurer, une fois bouché, une protection totale contre toute contamination. On peut utiliser des flacons en verre de 250ml hermétiquement fermés. Avant tout usage, ces flacons doivent être soigneusement lavés, séchés, puis stérilisés à l'autoclave pendant 30 minutes à 120°C et ensuite fermés au moyen de bouchons stérilisés

### 3.3. Prélèvements et échantillonnages

Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière, l'emploi de flacons neufs, de préférence fermés au moyen de bouchons en polyéthylène.

L'usage des flacons jetables en verre ou en matière plastique s'est largement répandu, en raison des facilités qu'ils présentent pour le transport et de la possibilité de leur usage unique. Avant de procéder au prélèvement proprement dit, on doit se laver très soigneusement les mains et avant bras, les rincés à l'alcool, laisser sécher, puis faire flamber le robinet et laisser couler 3 à 5 minutes avant de faire le prélèvement. Ensuite faire flamber rapidement le bord du goulot du flacon, une fois rempli, le flacon doit être de nouveau flamber au niveau du goulot pour le refermer. Enfin, on y collera une étiquette sur laquelle seront mentionnés les indications nécessaires à l'identification du prélèvement.

- Le prélèvement à partir d'un robinet le but est le contrôle de l'eau distribuée, il est indispensable d'attendre que l'eau en stagnation dans les canalisations soit éliminée. En pratique, il convient d'ouvrir le robinet à débit maximum pendant 5 à 10 secondes puis de le ramener à un débit moyen pendant 2 minutes pour ensuite remplir la bouteille sans la refermer.
- Le prélèvement à partir d'un barrage S'il s'agit d'une eau de barrage ou eau de rivière on ouvre le flacon dans l'eau, on le laisse se remplir et on le ferme dans l'eau, les flacons sont étiquetés sur lesquels on note :
  - l'origine de l'eau.

- l'heure et la date de prélèvement.
- le numéro du prélèvement.
- La température de l'air et celle de l'eau.
- le pH et la conductivité (si possible).

### 3.4. Transport et conservation de l'échantillon

Depuis le prélèvement jusqu'aux analyses et contrôles, il faut prendre toutes les précautions pour stabiliser quantitativement et qualitativement la flore présente au moment du prélèvement, pour cela il faut :

- que le délai entre le prélèvement et l'analyse doit être aussi court que possible.
- une conservation à basse température pendant toute la durée du transport et du stockage.
- la conservation à basse température stabilise la microflore présente.

### 3.5. Echantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau, il convient que le préleveur ait une connaissance précise des conditions du prélèvement et de son importance pour la qualité des résultats analytiques.

Il est donc nécessaire de mettre en place une organisation structurée, de disposer d'un personnel qualifié, de développer une méthodologie adaptée à chaque cas, de procéder à un choix judicieux des points de prélèvement et d'utiliser le matériel convenable.

Les résultats de l'analyse ne seront exploitables que si le prélèvement a un caractère représentatif

De façon générale, si l'on utilise un seul équipement d'échantillonnage, il est souhaitable de commencer par échantillonner l'eau des points susceptibles d'être les moins contaminés et de terminer par l'eau des points susceptibles d'être les plus contaminés.

Cet ordre d'échantillonnage permet de minimiser les risques de contamination croisée d'un point à l'autre.

En général, le temps entre l'échantillonnage et l'analyse doit être réduit au minimum. Le stockage dans des bouteilles en verre ou en polyéthylène à basse température dans l'obscurité est recommandé. Les bouteilles d'échantillon doivent être propres.

Des conservateurs spéciaux peuvent être nécessaires pour certaines analyses. Le chlore résiduel, le pH et la turbidité doivent être testés immédiatement après l'échantillonnage car ils changeront pendant le stockage et le transport.

#### 4. Dosage et description des paramètres physico-chimiques

L'étude de la chimie des eaux est une étape nécessaire pour mettre en évidence les caractéristiques physico-chimiques des eaux. Les points d'eaux inventoriés sur le terrain effectués en Mars et Avril 2022, ont fait l'objet de mesures in situ et d'analyses au laboratoire de l'ADE de Laghouat (Tableau 4).

**Tableau 4.** Inventaire des points d'eau dans la plaine de Laghouat

N°	Localisation (Commune)	Désignation du forage	Position (WGS-84)		
			Longitude (X)	Latitude (Y)	Altitude (Z)
1	Laghouat	F12 Djebel Lahmar R. 2000	485902,0	3743345,0	794
2		F13 Djebel Lahmar R.2000	486212,0	3743666,0	795
3		F14 Djebel Lahmar R.2000	486594,0	2743990,0	793
4		F20 Djebel Lahmar R.2.2000	485723,0	3743086,0	801
5		F21 Djebel Lahmar R.104	485581,0	3742942,0	805
6		F22 Djebel Lahmar R.104	485463,0	3742902,0	802
7		F23 Djebel Lahmar R.WIAM	485371,0	3742776,0	802
8		F24 Djebel Lahmar R.WIAM	486067,0	3743489,0	796
9		F25 Djebel Lahmar R.WIA M	485236,0	3742721,0	802
10		F26 Djebel Lahmar R.2.2000	486361,0	3743681,0	799
11		F28 Djebel Lahmar R.2.2000	485295,0	3742789,0	799
12		F29 Djebel Lahmar R.2.2000	486305,0	3743659,0	798
13		F30 Djebel Lahmar R.2000	486251,0	3743629,0	797
14		F31 Djebel Lahmar R.2000	485329,0	3742852,0	799
15		F32 Djebel Lahmar R.2000	486184,0	3743610,0	795
16		F1 Sidi Hakkoum SP	489811,0	3741496,0	765
17		F2 Sidi Hakkoum SP	489671,0	3741752,0	761
18		F3 Sidi Hakkoum SP	489537,0	3741986,0	762
19		F4 Sidi Hakkoum SP	489375,0	3742269,0	766
20		F1 M'righa _la frane	486466,0	3746407,0	786
21		F2 M'righa _la frane	486141,0	3746187,0	783
22		F3 M'righa _la frane	486375,0	3746328,0	783
23		F4 M'righa _la frane	486475,0	3746415,0	788
24		F5 Merdja _la frane	488631,0	3743912,0	769
25		F1 Mokrane	484631,0	3739031,0	783
26		F1 Bordj Senouci	491283,0	3742723,0	772
27		F1 Abattoir	487681,0	3737894,0	767
28		F1 Lafrane	488269,0	3743193,0	773

#### 4.1. Caractéristiques physico-chimiques des eaux

Les analyses chimiques réalisées sur les échantillons d'eau, portent sur deux types de paramètres :

- les paramètres physiques mesurés généralement sur terrain, il s'agit de la température, la conductivité, le pH et la turbidité de l'eau ;
- les paramètres chimiques, ce sont les ions majeurs : les cations ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  et  $\text{Fe}^{2+}$ ) et les anions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  et  $\text{PO}_4^-$ ) et d'autres éléments.

#### 4.2. Les paramètres physiques

##### - La température

Ce paramètre joue un rôle très important dans la solubilité, la dissociation des sels dissous et influe sur l'activité biologique des organismes vivant dans l'eau.

Les valeurs mesurées au niveau des points d'eau varient entre 10.2 °C et 15.8 °C

(Voir tableau 6).

##### - La conductivité

Elle est exprimée en  $\mu\text{mho/cm}$  et corrigé à une température de 20°C. Elle permet une estimation de la minéralisation totale de l'eau (sels dissous, matières organiques). Les conductivités mesurées au niveau des points d'eau montrent des valeurs comprises entre et  $\mu\text{mhos/cm}$ .

La conductivité est en relation directe avec la minéralisation. Les valeurs mesurées oscillent entre 660 mg/l et 1530 mg/l, traduisant une minéralité importante (Voir tableau 6).

##### - Le potentiel hydrogène (pH)

Le pH est une mesure de l'activité des ions  $\text{H}^+$  contenus dans une eau. C'est un paramètre physique qui indique d'une solution est acide ou basique:

$$\text{Log} = \left[ \frac{1}{\text{H}^+} \right]$$

Le pH mesuré au niveau des points d'eaux, oscille entre 6,56 et 8,16. Ces valeurs montrent une activité biologique intense. Les fortes valeurs sont directement liées à la présence excessive des carbonates. (Voir tableau 6) . Dans le tableau suivant, nous verrons la

classification des eaux d'après leur Ph(Tableau 5):

**Tableau 5.** Classification des eaux d'après leur pH.

pH <5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH=7	pH neutre
5.5<pH<8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
pH=8	Majorité des eaux souterraines

### - La turbidité

La turbidité est un indicateur essentiel de la qualité de l'eau. Elle a une réduction de la transparence d'un liquide par la présence de matières non dissoutes. La turbidité mesurée au niveau des points d'eaux, oscille entre 0,24 et 2,35 (voir tableau 6).

### - La dureté

Généralement, on distingue la dureté permanente et la dureté temporaire, la somme des deux étant la dureté totale. La dureté se détermine par un dosage complexométrique par l'EDTA. On utilise un adoucisseur d'eau pour adoucir l'eau jusqu'à environ cinq degrés français, car les détergents tels que le savon sont moins efficaces dans une eau dure : les ions calcium et magnésium font précipiter les anions carboxylate à longue chaîne présents dans le savon.

On peut classer la dureté en trois :

$\text{Dureté Totale} = \text{Dureté calcique} + \text{Dureté Magnésienne}$
---

Ces trois duretés s'expriment toutes en (mg/L) de CaCO<sub>3</sub>, les valeurs obtenues sont entre 640 et 1190 mg/l, normes Algériennes (voir tableau 7).

### - La salinité

La salinité mesure la concentration d'une eau en sels dissous (chlorure de sodium, chlorure de magnésium, sulfate de magnésium, etc.) au travers de la conductivité électrique de cette eau. Cette salinité est sans unité, mais elle est encore souvent exprimée en gramme de sel par kilogramme d'eau (g/kg), en gramme de sel par litre d'eau (g/l), en pour mille. Les valeurs oscillent entre 0,7‰ et 1‰ (voir tableau 6).

### 4.3. Les paramètres chimiques

#### 4.3.1. Les cations

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

Le calcium est l'élément le plus abondant dans les eaux (tableau), il traduit la dureté totale des eaux naturelles. Cet élément provient essentiellement de la dissolution des formations carbonatées.

Les teneurs de calcium varient entre 176 mg/l et 360mg/l.

L'apport du calcium est assuré à partir des massifs carbonatés et des calcaires lacustres de la couverture quaternaire qui donnent à ces eaux des teneurs élevées. Ce sont également les zones d'infiltration et de lessivage.

##### - Le Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

C'est le deuxième élément qui caractérise la dureté totale d'une eau. Montre que les valeurs trouvées varient entre 29 mg/l et 126 mg/l (voir tableau 6).

Le magnésium provient en partie à partir des calcaires dolomitiques et des dolomies.

##### - Le Sodium et Potassium ( $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ )

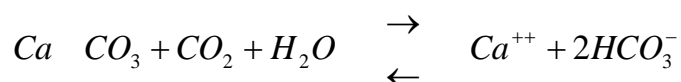
Le sodium est beaucoup plus abondant que le potassium et il est toujours présent dans les eaux naturelles avec des proportions très variables.

Dans notre plaine, montre les teneurs en sodium et du potassium varient de 1 mg/l au 4 mg/l. Ces teneurs élevées sont dues à la présence d'argiles et de marnes.

#### 4.3.2. Les anions

##### - Les Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ )

Les bicarbonates résultent de l'équilibre physico-chimique entre la roche, l'eau et le gaz, suivant la réaction chimique suivante :



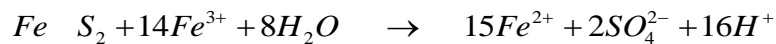
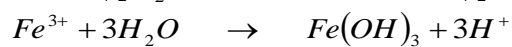
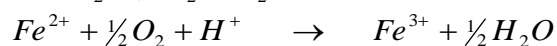
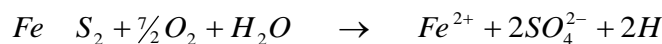
La dissolution des roches carbonatées présente au niveau du secteur d'étude constitue la principale source des bicarbonates. Les concentrations varient entre 210 mg/l et 458 mg/l (voir tableau 6).

**- Les Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)**

Ils sont présents dans les eaux naturelles à des profondeurs très variables. Ils peuvent provenir de :

- la dissolution du gypse. Ce dernier peut être triasique, comme il peut être associé à des formations plus récentes comme les argiles du Mio-Plio-Quaternaire ;

- la dissolution des minéraux sulfurés d'une manière générale comme la pyrite (W. Stoumm et J. J. Morgan, 1970) selon le processus chimique suivant :



- l'oxydation des sulfures d'hydrogène et des oxydes de soufre émis dans l'atmosphère.

Le résultat de l'analyse chimique, donne des valeurs qui varient entre 239 mg/l et 586 mg/l.

**- Les Chlorures (Cl<sup>-</sup>)**

Les chlorures indiquent des teneurs variables. Ces valeurs varient avec une concentration de 120 mg/l pour dépasser parfois les normes fixées par l'OMS (250 mg/l), pour atteindre la valeur maximale de 450 mg/l au point d'eau.

**- Les Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

Les nitrates constituent le stade ultime d'oxydation de l'azote, ce sont des éléments indésirables pour l'alimentation en eau potable.

L'examen des nitrates au niveau de la plaine montre que les teneurs oscillent entre 2 mg/l et 15 mg/l. Le seuil admissible de 50 mg/l fixé par l'OMS

Les causes de l'enrichissement par les nitrates de ces eaux sont divers, dans elles sont dues :

- au lessivage des sols et l'entraînement des fertilisants azotés solubles non consommés par les plantes. Ce phénomène se trouve accentué par des pratiques culturales non adéquates ;

- aux rejets des eaux usées d'origine domestique, industrielle et agricole.

## 5. Description des paramètres bactériologiques

### 5.1. Recherche et dénombrement des germes totaux :

Le dénombrement des germes totaux, consiste en une estimation du nombre total des germes dans l'eau. Le milieu Gélosé TGEA est fondu dans un bain marie à 100°C puis il est refroidi à environ 40°C. Près du bec bunsen, nous versons 1 ml d'eau à analyser dans une boîte de pétri (Deux boîtes sont utilisées pour chaque germe recherché). On ajoute le Gélose TGEA en surfusion puis on mélange avec précaution par rotation lente, et on laisse se solidifier.

L'incubation des germes aérobies dure 48h à 37°C pour une boîte et 48h à 22°C pour l'autre boîte. Après incubation, nous dénombrons les boîtes de pétri, on prend en considération les boîtes contenant un nombre entre 30 et 300 UFC/ml (Unité Formant une Colonie)

### 5.2. Recherche et dénombrement des coliformes et d'*Escherichiacoli* :

La colimétrie consiste à déceler et dénombrer les coliformes et parmi eux :

#### *Escherichia coli*.

Elle s'effectue en deux temps :

#### ❖ La recherche des coliformes :

Le dénombrement s'effectue selon la méthode du nombre le plus probable (NPP)

On ensemence 5 tubes de BCPL à double concentration munis d'une cloche de Durham avec 10 ml d'eau à analyser et on ensemence 2 tubes de BCPL simple concentration munis d'une cloche de Durham avec 1 ml d'eau à analyser et 0,1ml. On agite pour homogénéiser sans faire pénétrer l'air dans la cloche et on place les tubes dans une étuve à 37°C pendant 48h. Après l'incubation, les tubes considérés comme positifs présentent un trouble dans toute la masse liquide, avec virage du violet aujaune et un dégagement de gaz dans la cloche.

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

#### ❖ La recherche des *Escherichia coli*

A partir d'un tube positif de BPCL, on prend une goutte qu'on ensemence dans bouillon Schubert avec cloche de Durham. Puis on incube à 44°C pendant 24h. On considère comme positifs les tubes contenant un dégagement de gaz dans la cloche et formation d'un anneau rouge après addition du réactif de Kovacs qui témoigne de la production d'indole confirmant la présence d'*Escherichia coli*.

### 5.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :

- **Test présomptif :**

On ensemence 5 tubes de Rothe à double concentration avec 10 ml d'eau à analyser et 2 tubes de Rothe simple concentration avec 1 ml d'eau à analyser et 0,1ml. On agite pour homogénéiser et on place les tubes dans une étuve à 37°C pendant 48h.

Après l'incubation, les tubes présentant un trouble microbien témoignent la présence des Streptocoques fécaux.

- **Test confirmatif :**

Après agitation des tubes du milieu Rothe positif, on prélève de chacun d'eux successivement quelques gouttes avec une pipette Pasteur puis on les reporte dans des tubes du milieu Litsky à l'éthyle violet et azide de sodium (EVA). Puis on incube à 37°C pendant 24h. L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence des Streptocoques fécaux.

On note le nombre de tubes positifs dans chaque série et on se reporte à la table de NPP pour obtenir le nombre de Streptocoques présents dans 100 ml.

### 5.4. Recherche et dénombrement des spores de *clostridium* sulfito-réducteur :

On répartit 20 ml d'eau à analyser dans 4 tubes stériles à raison de 5 ml par tube, puis on place les tubes dans un bain marie à 80°C pendant 10 minutes puis on refroidit rapidement à environ 45°C, ceci dans le but de détruire les formes végétatives.

On coule dans chacun 15 ml de la gélose viande foie et 0.4 ml de sulfite de sodium et 4 gouttes d'alun de fer et on mélange puis on incube à 37°C pendant 48h.

On considère comme spore de bactérie anaérobie sulfite réductrice, toute colonie noire entourée d'un halo noir, on exprime les résultats en nombre de spores par 20 ml.

# **Chapitre III**

## **Résultats et Discussion**

1. Analyse physicochimique

1.1. Résultats d'analyse physico-chimique

Tableau 6. Données des analyses chimiques (Avril, 2022)

N	Point	C25 (µmhos/cm) A 20°C	TDS (mg/l)	Sal %	T° (°C)	PH	Turb NTU	TH F° (mg/l)	Ca <sup>+</sup> (mg/l)	Mg <sup>+</sup> (mg/l)	Cl- (m g/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Fer (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)
1	Réservoir 200 m <sup>3</sup>	1430	712	0,7	15,8	8,16	0,57	720	212	56,5	142	210	1,4	3,1	0,01	0,1	11,9	0	0,04	351
2	Réservoir Mokran	2427	1214	1	14,6	7,98	2,35	1140	248	126,8	298,2	263	1,8	4,6	0,01	0,12	7,2	0	0,1	396
3	Réservoir Wiamme	1569	785	0,7	13,8	8,13	0,35	710	200	51,3	192	210	1,3	3,5	0,01	0,12	6,2	0	0,1	333
4	SP. Sidi hakoume	1345	673	0,6	14,2	8,07	0,47	640	176	48,8	120,7	263	1,3	3	0,01	0,16	8,8	0	0,1	338
5	Réservoir 2000X2 m <sup>3</sup>	1345	672	0,6	13,2	7,03	0,35	650	212	29,5	142	263	1,4	2,8	0,01	0,03	2,4	0	0,1	239
6	SP. Lafrane	1557	778	0,7	13,1	6,95	0,24	810	200	75,6	210,1	152	1,4	3,1	0,01	0,04	2,5	0	0,1	312
7	Réservoir 104 m <sup>3</sup>	1497	748	0,7	13,1	6,90	0,27	660	180	51,0	156,2	210	1,4	3,1	0,01	0,05	1,9	0	0,1	297
8	Réservoir Bordj senousi	2275	1140	1	11,7	6,56	0,33	1190	286	109,3	227	458	2,4	3,7	0,01	0,08	6	0	0,09	435
9	Réservoir Abattoir	3050	1530	1	11,7	6,60	0,79	1450	360	133,7	360	263	3,2	4,2	0,01	0,03	15,5	0	0,1	586
10	Réservoir Essadikia	1320	660	0,6	10,2	7,17	0,38	640	184 31	43,6	156	158	1,7	2,9	0,01	0,06	3,3	0	0,1	279

### 1.2. Interprétations des résultats

#### 1.2.1. PH

La réglementation algérienne indique que le pH doit être compris entre **6,5** et **8,5**. On a obtenu après l'analyse de l'eau brute un **pH qui oscille entre 6,50 (Réservoir 2000 m<sup>3</sup>) et 8,16 (Réservoir Bordj Senousci)**. On constate que ces résultats sont conformes aux normes

(Voir tableau 6).

#### 1.2.2. Conductivité

La mesure de la conductivité permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau. La réglementation algérienne indique une valeur limite de **2880 µS/cm**.

Les résultats obtenus au niveau des points d'eaux après traitement sont inférieurs à la norme à l'exception du point d'eau **Réservoir Abattoir C = 3050 µS/cm** (Voir tableau 6). Donc ces valeurs sont dans les normes.

Nos résultats sont compris entre **1000** et **3000** donc on a une minéralisation accentuée.

#### 1.2.3. Température

La température de l'eau un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau. On a obtenu après l'analyse de l'eau brute des valeurs de températures **qui oscille entre 10,02 (Réservoir Essadikia) et 8,16 (Réservoir 2000 m<sup>3</sup>)**. On constate que ces résultats sont conformes aux normes indiquant l'origine profonde de ces eaux (voir tableau 6).

#### 1.2.4. Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers sont relatifs car certaines populations sont habituées à consommer une eau plus ou moins trouble et n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. La valeur obtenue de la turbidité varie entre **0,240 (Réservoir Lafrane) et 2,35 (Réservoir Mokranne)**, ce qui traduit une eau claire sans matières en suspension (voir tableau 6).

1.2.5. Dureté totale

Pour l'eau destinée à la consommation humaine, l'OMS indique qu'une dureté élevée provoque la formation des dépôts, tandis qu'une faible dureté peut engendrer des problèmes de corrosion.

La réglementation algérienne précise une valeur comprise entre 100 et 500mg/l (10-50°F).

La valeur trouvée après analyse de l'eau brute est de **27,5°F**.

Le degré hydrométrique ou la dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en calcium et en magnésium.

$$DHT = rCa^{++} + rMg^{++} \quad (\text{en } \text{m}é\text{q}/\text{l})$$

$$DHT = (rCa^{++} + rMg^{++}) \times 5 \quad (\text{en } \text{degr}é \text{ Français } ^\circ\text{F})$$

Le tableau montre que la quasi-totalité des eaux analysées sont dure (Tableau 8) à très dures, avec un D.H.T supérieur à 50°F. Cette dureté a des conséquences plus ou moins néfastes telles que la lessive et la mauvaise cuisson des légumes secs.

**Tableau 7.** Données de la dureté des eaux de la plaine (Avril, 2022)

POINT d'eau	Dureté mg/l
Réservoir 2000 m <sup>3</sup>	720
Réservoir Mokranne	1140
Réservoir Wiam	710
Station de pompage Sidi Hakoum	640
Réservoir 2000.2 m <sup>3</sup>	650
Réservoir Lafrane	810
Réservoir 104 m <sup>3</sup>	660
Réservoir Bordj Senousci	1190

1.2.6. L'ion calcium

Le calcium est un composé majeur de la dureté de l'eau.

La réglementation algérienne fixe une concentration maximale de **200mg/l** et un niveau guide de **75mg/l**.

On a obtenu après analyse de l'eau brute des valeurs valeur qui dépassent les **200mg/L**, donc les teneurs sont nettement supérieurs au niveau guide de notre pays (voir tableau 6).

**1.2.7. L'ion magnésium**

La teneur en magnésium dans l'eau brute est de **37,2 mg/L**. Les teneurs en magnésium dans l'eau analysée prélevée sont conformes aux normes algériennes qui préconisent une concentration maximale de **150 mg/L** (voir tableau 6).

**1.2.8. L'ion chlorure**

La réglementation algérienne indique un niveau guide de **200mg/L**, et une valeur maximale de **500mg/L**. donc ces valeurs sont nettement inférieures au niveau guide à l'exception des points d'eaux. **Réservoir Mokran 298,2mg/L** et **Réservoir Abattoir 360 mg/L** respectivement.

**1.2.9. L'ion ammonium**

Pour l'eau destinée à la consommation humaine, en raison de problèmes particuliers susceptibles d'introduire une gêne pour le consommateur (goût, odeur). La réglementation de notre pays fixe comme teneur limite **0,5 mg/L**. Pour les eaux étudiées (voir tableau 6) sont nettement inférieures à la valeur limite.

**1.2.10. L'ion phosphate :**

Des teneurs supérieures à **0,5mg/L** doivent constituer un indice de pollution, ce n'est pas le cas pour notre eau.

Nous avons trouvé des valeurs inférieures à **0,1mg/L** pour tous les points d'eaux.

Ces résultats sont bien inférieurs aux normes prescrites par la réglementation algérienne qui fixe une valeur maximale admissible de **0,5 mg/L**.

**1.2.11. L'ion sulfate**

La réglementation algérienne fixe une teneur en sulfate de **200 à 400mg/L**.

La teneur en sulfate au niveau du barrage est nulle. Les valeurs trouvées parfois dépassent les **500mg/L** au niveau de **Réservoir Abattoir 586mg/L**, on remarque une augmentation en sulfate due à l'addition du sulfate d'alumine. Donc la teneur en sulfate dans notre eau est jugée appréciable.

### 1.2.12. L'ion nitrate

Les nitrates sont d'une toxicité indirecte, l'absorption de petites doses est en réalité due aux nitrites formés par réduction des nitrates sous l'influence de l'action bactérienne.

La réglementation algérienne indique une concentration maximale admissible de **50mg/L**.

La teneur en nitrate dans l'eau sont inférieurs à **15mg/L**. Nos résultats obtenus sont conforme aux normes prescrites.

### 1.2.13. L'ion nitrite

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium, soit d'une réduction des nitrates. La réglementation algérienne indique une valeur limite de **0,1mg/L**.

Les analyses que nous avons réalisées ont montré que le taux des nitrites est faible à nul et conforme à la norme.

### 1.2.14. Le fer

Il est considéré comme un paramètre indiscernable, les normes algériennes indiquent une valeur limite de **0,3mg/L**.

Après analyse on a trouvé dans l'eau brute une valeur de **0,19mg/L**.

Les valeurs trouvées sont de **0,01mg/L** pour tous les points d'eaux, ces résultats sont conformes.

## 2. Potabilité des eaux

Une eau potable de bonne qualité à un bon goût et ne présente pas d'odeur.

A l'état naturel, une concentration de la minéralisation, introduit un goût plus ou moins accentué dans l'eau.

- S'il y a absence des sels habituels et d'anhydride carbonique → la saveur de l'eau sera fade.
- Si elle renferme une trop grande quantité de chlorure → l'eau aura une saveur saumâtre.
- Si elle contient de forte quantité de sels de magnésium → l'eau aura un goût amer.

Afin de définir la potabilité des eaux, nous nous sommes basé sur deux types de normes ;

celle de l’O.M.S et celle basé sur le degré hydrotimétrique total (D.H.T).

D’après le tableau ci-dessous (tableau 7), des points d’eau analysés représente une qualité acceptable à bonne avec une dureté un peu élevée ;

**Tableau 8.** Potabilité des eaux de la plaine de Laghouat (Avril, 2022)

Algérie	200	150	500	-	50	500(mg/l)	
VALEURS OMS	140	150	250	250	50	50	Qualité des eaux
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	So <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	No <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	DURETE (°F)	
Réservoir 2000 m <sup>3</sup>	212	56.57	142	351.17	11.9	720	Eau dure
Réservoir Mokranne	248	126.82	298.2	396.2	7.20	1140	Eau dure
Réservoir Wiam	200	51.31	192	333.45	6.21	710	Eau dure
Station de pompage Sidi Hakoum	176	48.88	120.7	238.56	8.82	640	Eau dure
Réservoir 2000.2 m <sup>3</sup>	212	29.54	142	239.39	2.49	650	Eau dure
Réservoir Lafrane	200	75.63	210.1	312.48	2.58	810	Eau dure
Réservoir 104 m <sup>3</sup>	180	51.07	156.2	297.22	1.90	660	Eau dure
Réservoir Bordj Senousci	286	109.31	227	435	6.07	1190	Eau dure
Réservoir Abattoir	360	133.76	360	586	15.5	1450	Eau dure
Réservoir Essadikia	184	43.65	156	279	3.33	640	Eau dure

## Résultats et discussion

### 3. Analyse bactériologique

#### 3.1. Résultats d'analyse bactériologique

Tableau 9. Données des analyses Bactériologiques (Avril, 2022)

Lieu de prélèvement		Date de prélèvement	Date d'analyse	Analyse Bactériologique complète (eau brute)							
POINTS	LOCALISATION			Germe totaux		Coliform	Coliforme totaux	E.coli	Strep fécaux	Clostridium	
				22°C	37°C						
1	Réservoir 2000.2 m	Laghouat	05/04 2022	05/04 2022	Abs	40 col	100	Abs	Abs	Abs	Abs
2	Réservoir 2000	Laghouat			Abs	8 col	10	Abs	Abs	Abs	Abs
3	Station de pompage Lafrane	Laghouat			Abs	40	101 col	Abs	Abs	Abs	Abs
4	Station de pompage Sidi Hakoum	Laghouat			110	Abs	1 col	Abs	Abs	Abs	Abs
5	Réservoir Wiam	Laghouat	11/04/2022	11/04/2022	Abs	Abs	8 col	Abs	Abs	Abs	Abs
6	Réservoir 104 Logement	Laghouat			Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
7	Réservoir Esadikia	Laghouat			4 col	60 col	16 col	Abs	Abs	Abs	Abs

## 3.2. Interprétations des résultats

### 3.2.1. Germes totaux

Les germes totaux renferment la totalité des bactéries aptes à se multiplier à des températures moyennes.

Sur le plan hygiénique, on distingue deux catégories : les germes spécifiques de l'eau qui sont les saprophytes et se développent à 22°C et les germes qui proviennent de l'homme ou d'animaux à sang chaud et qui se multiplient à 37°C. (FANDI, 2003)

La réglementation algérienne indique un nombre de germes de 20/ml à 37°C et 100/ml à 22°C au maximum.

Les résultats trouvés à 37°C et à 22°C sont supérieurs ce qui n'est pas conforme aux normes. (Réservoir 2000.2 m, Station de pompage Lafrane, Station de pompage Sidi Hakoum Réservoir Esadikia ).

Le reste des points d'eaux répondent aux normes prescrites.

### 3.2.2. Les coliformes

Selon l'ISO (Organisme de Standardisation Internationale), les coliformes sont des bacilles à Gram (-), non sporulés, oxydase (-), aérobie ou anaérobie facultatifs, capable de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface ayant des propriétés équivalentes et capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48 heures à une température de 35 à 37°C. (Haslay et al., 1993)

La réglementation algérienne indique un nombre inférieur à **10germes/ml**.

Concernant l'eau du Réservoir 2000 et station de Lafrane, le nombre de germes dépassent 10germes/ml, le reste de ces résultats sont conformes aux normes prescrites par la réglementation algérienne.

L'espèce identifiée *Escherichia coli* n'a pas été trouvée dans les analyses effectuées, ce qui est conforme aux normes algériennes qui excluent la présence d'*E. coli* dans les eaux de consommation humaine.

### 3.2.3. Les streptocoques fécaux

Cocci arrondis ou ovoïdes, de tailles variées, immobiles, non sporulés, aérobie anaérobies facultatifs. Les colonies des streptocoques sont généralement petites (0,5 à 1mm) grisâtres et opalescentes.

Tous les streptocoques sont dépourvus de catalase et possèdent une peroxydase. Les vitalités sont variables, certaines espèces sont fragiles, alors que d'autres sont plus résistantes à la chaleur, à la dessiccation et au froid. (GOUSTARDIRF, 1984).

Selon la réglementation algérienne une eau potable ne doit pas contenir les streptocoques fécaux.

Nos résultats confirment cette absence puisque aucun de streptocoques fécaux n'a été détecté.

### 3.2.4. *Clostridium* sulfito-réducteurs

Les *Clostridium* sont pour la plupart des anaérobies strictes dont les formes végétatives meurent rapidement au contact de l'air. Elles sont le plus souvent mobiles par cils péritriches ou immobiles. (LECLERE et al., 1994)

Les *Clostridium* sont des bacilles Gram (+), sporulés, ils peuvent se développer dans des produits alimentaires. (LARPENT, 1997)

Pour l'eau analysée, les spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs sont absentes ainsi que les *Clostridium* sulfito-réducteurs sous la forme végétative, ce qui répond aux normes.

Les résultats des analyses bactériologiques ont montré l'absence totale de tous les indicateurs de pollution fécale à savoir les coliformes, les streptocoques fécaux et les *Clostridium* sulfito réducteurs.

# **Conclusion**

## Conclusion

---

### Conclusion

L'étude que nous avons entreprise dans la région de Laghouat , a permis d'approfondir la connaissance des paramètres physico-chimique et bactériologiques des eaux destinées principalement à la consommation . Les principaux résultats que nous avons obtenus peuvent se résumer ainsi :

L'analyse des éléments chimiques montrent que, le magnésium, le sodium, le potassium, les nitrates, les bicarbonates et les chlorures ont des concentrations faible a moyenne à l'exception du calcium et des sulfates qui ont des concentrations élevées ,Cet augmentation peut être due à l'influence des formations carbonatées telles que les calcaires et les calcaires dolomitiques qui caractérise le passage des points d'eaux. Par contre aux sulfates dus à l'addition du sulfate d'alumine. La dureté et la minéralisation sont importantes est montrent des valeurs élevées. Les eaux de la plaine de Laghouat ont des teneurs inférieures aux normes maximales admissibles par l'OMS<sup>-</sup>, à l'exception du Ca<sup>+2</sup>.

Ces eaux sont très dures, ce qui entraîne des inconvénients pour la cuisson des aliments et pour la lessive. Les eaux Ayant de fortes minéralisations, elles peuvent entraîner des risques de salinisation des sols.

L'analyse bactériologique nous a permis de montrer les différents germes qui peuvent influencer sur la qualité de ces eaux. Elle a pu aussi confirmer l'absence de la contamination des eaux par les germes pathogènes sur l'ensemble des eaux de la plaine.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

### Références bibliographiques

**ADE de Laghouat.**2022. Données et résultats d'analyses physicochimiques et bactériologiques.

**AMROUNE. A, 2008:** Hydrogéologie et qualité des eaux souterraines de la plaine de M'sila, zone Nord occidentale du bassin du Hodna, Algérie. Université de Batna, 131p.

**Addou A. 2009.** Développement durable traitement des déchets valorisation, élimination. Edition ellipses.

**Agence Nationale des Ressources Hydriques (A.N.R.H), 2005.** Inventaire des forages et enquête sur les débits extraits (Algérie), 23p.

**Batstone, D.J., Keller, J., Angelidaki, I., Kalyuzhnyi, S., Pavlostathis, S.G., Rozzi, A., Sanders, W., Siegrist, H. et Vavilin, V.A., 2002.**The iwa anaerobic digestion model n°1 (adm1). Water Science and Technology 45 (10): 65-73.

**Bezzina M. AyadiA., 2014.** Les stations d'épuration des eaux usées en Algérie état des lieux et perspectives d'avenir, 2014

**Bontoux J., 1993.** Introduction à l'étude des eaux douce : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson). Qualité et santé. 2<sup>ème</sup> Edition, CEBEDOC. Paris, 160-165p.

**Castany G. et Margat J, 1977 :** Dictionnaire français d'hydrogéologie, BRGM Service géologique national, Orléans, 249 p.

**Castany G. 1982 :** Principe et méthode de l'hydrogéologie, Edition Dunod, Uni. Bordas, Paris.238 p.

**Castany G, 1963 :**Traité pratique des eaux souterraines, éd.Dunod, Paris. 657 p.

**Castany G, 1998 :** Hydrogéologie, Principes et méthodes, Paris, Dunod. 238p.

**CastanyG.,1982.** Bassinsédimentaire du Sahara septentrional (Algérie Tunisie) . A qui frères du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal *.Bulletin du BRGM(2), 3(2):127-147.*

**Côte M., 2005.** La ville et le désert. Le Bas-Sahara algérien. Éd. Karthala, Paris, 307 p.

## Références bibliographiques

---

Daoud Y. et Halitim A., 1994. Irrigation et salinisation au Sahara algérien, Sécheresse 5 .  
p.151-160.

**DAJOZ R. Précis d'écologie.4ème édition, Gauthier Villars, 1982, p : 525.**

De Martonne E., 1926. Aréisme et Indice d'aridité. Comptes Rendus de L'Academy of  
Science, Paris, 1395-1398.

**DEGREMONT.** Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome 1, 1989,  
P : 5, 24,25.

**Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (D.P.A.T) 2012,**  
Annuaire statistique de la wilaya de Ouargla. 197p

**Dubief J., 1953** -Action des phénomènes d'évaporation et d'hydrologie superficielle dans  
la région aride. Ed : CNRS, France, pp : 17-320.

**Falizi, N.J., Hacifazlıoğlu, M.C., Parlar, İ., Kabay, N., Pek, T.Ö., Yüksel, M.,  
2018.**Evaluation of MBR treated industrial wastewater quality before and after desalination  
by NF and RO processes for agricultural reuse. J. Water Process Eng. 22, 103–108. doi :  
10.1016/j.jwpe.2018.01.015.

**FAURIE C. (1999).** Ecologie Approche Scientifique Et Pratique. 4ème édition. TEC &  
DOC. 318p.

**Franck R., 2002.** Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Ed. Scérén  
CRDP AQUITAINE. Bordeaux. 165-170, 183-239p.

**Grhmsm, (2011):** [https://www.gov.mb.ca/waterstewardship/odw/publicinfo/  
fact\\_sheets/pdf/fr/factsheet\\_drinking\\_water\\_program\\_fr.pdf](https://www.gov.mb.ca/waterstewardship/odw/publicinfo/fact_sheets/pdf/fr/factsheet_drinking_water_program_fr.pdf) Consulté le 05/02/2019

**Idder T., 1998.** La dégradation de l'environnement urbain liée aux excédents hydriques au  
Sahara Algérien. Impact des rejets d'origine agricole et urbaine et techniques de  
remédiations proposées. L'exemple d'Ouargla. Thèse de doctorat, Univ. Angers, 284p.

**Keck G., Venus E., 2000.** Déchets et risques pour la santé » techniques de l'ingénieur.  
Traité de l'environnement.

**Khadraoui, A. 2006.** Eaux et sols en Algérie, gestion et impact sur l'environnement.

## Références bibliographiques

---

**Khadraoui A., Taleb S. (2008).** Qualité des eaux de sud Algérien. Pollution et impact sur le milieu.

**Khanal S.K., 2001.** Anaerobic biotechnology for bioenergy production: principles and applications. Ames, Iowa: Blackwell. Revues des énergies renouvelables, publication du CDER.

**Kouzmine Y., 2003.** L'espace saharien algérien, dynamiques démographiques et migratoires. *Maîtrise de Géographie, Université de Franche-Comté. U.F.R Sciences du Langage, de l'Homme et de la Société, Institut de Géographie, Laboratoire THEMA,* 208 p.

**Madjouri H. et Amouria H. 2007.** Contribution au traitement des eaux usées en vue de leur réutilisation en irrigation Étude site- S.T.E.P de Touggourt. Mém. D.E.A. Traitement des eaux et des fluides. Univ. de Ouargla, 85p.

**Mebarki A, 2009 :** Ressources en eau et aménagement en Algérie, les bassins hydrographiques de l'Est, OPU, Alger. p385.

**Nesson.C.,1978.** Evolution des ressources hydrauliques dans les oasis du Bas Sahara algérien" In Recherches sur l'Algérie. *Mémoires et documents du CNRS, Nouvelle Série, vol. 17 : 7-91.*

**Nezli I.E. Achour S. Djabri L., 2007.** Approche géochimique des processus d'acquisition de la salinité des eaux de la nappe phréatique de la basse vallée de l'oued m'ya (Ouargla). *Larhyss Journal* n°6 : 121-134.

**Nezli I.E. 2009.** Approche hydrogéochimique à l'étude des aquifères de la cuvette de Ouargla (Sud-Est algérien). *Séminaire international sur la protection des écosystèmes sahariens « IECO-SYS09 »*, Ouargla les 13, 14 et 15 décembre 2009,

**ONM :** Données climatiques (1982-83/2006-07).

**Ozenda P., 1991** - Flore du Sahara. 2ème édition, Ed : CNRS. Paris. 622p.

**Quist-Jensen, C.A., Macedonio, F., Drioli, E., 2015.** Membrane technology for water

## Références bibliographiques

---

production in agriculture : Desalination and wastewater reuse. Desalination 364, 17–32.  
doi : 10.1016/j.desal.2015.03.001

**Rapport mondial des Nations Unies 2017.** Mise en valeur des ressources en eau. Les eaux usées une ressource inexploitée », 2018. <https://unesdoc.unesco.org> (consulté le juin 13, 2020).

**RODIER, J., 1996** : L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9<sup>ème</sup> édition DUNOD. Paris, France.

**Richard C., 1996.** Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux. Ed. Scientifiques et médicale Elsevier. Paris.

**Thomas O., 1955.** Météorologie des eaux résiduaires. Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboec, 135-192 p.

**ZAGHTOU, A., 2011:** Etude hydrogéologique et hydrochimique des eaux de la nappe continentale intercalaire dans la région d'Adrar (Touat). Université Houari Boumediene, Alger. 132p.

**Abdesselem, A. (1999).** Suivi de La qualité microbiologique et physicochimique de trois serres alimentant de la région de Laghouat . Institut de biologie, Université De Laghouat.

**Berne, F. (1972).** Les traitements des eaux dans l'industrie pétrolière. Editions Technip.

**Gomella, Cyrille (2015)** : Dureté de l'eau. Encyclopædia Universalis

**Grhmsm, (2011):** [https://www.gov.mb.ca/waterstewardship/odw/publicinfo/fact\\_sheets/pdf/fr/factsheet\\_drinking\\_water\\_program\\_fr.pdf](https://www.gov.mb.ca/waterstewardship/odw/publicinfo/fact_sheets/pdf/fr/factsheet_drinking_water_program_fr.pdf) Consulté le 05/02/2019

**Kodamatani, H., Yamazaki, S., Saito, K., Tomiyasu, T. et Komatsu, Y. (2009)-** Selective détermination method for measurement of nitrite and nitrate in water samples using highperformance liquid chromatography with post-column photochemical reaction and chemiluminescence detection. Journal of Chromatography A, 1216 (2009) 3163-3167.

**Kemmer, F. (1984).** Manuelle de l'eau. Editions Lavoisier technique et documentation.

**Kreitler, C.W., Jones, D.C. (1975)** - Natural soil nitrate : the cause of nitrate contamination of ground water in Runnels country, Texas. In Ground Water, vol.13 N°1,

**RODIER J., 2005.** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris.

## Références bibliographiques

---

**RODIER J., 2009.** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9eme édition: Dunod, Paris.

**Rejesek, (2002).** « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine.

**Rodier, J. (1976).** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaire.

**Rodier. J, Bazin. C, Broutin. J.P, Chambon. P, Champsaur. H, Rodier. L, (1996)** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 8<sup>e</sup> édition. Dunod, Paris, France.

### Sites

[https://lda.lozere.fr/sites/default/files/upload/analyses\\_physico\\_chimiques\\_des\\_eaux\\_ok.pdf](https://lda.lozere.fr/sites/default/files/upload/analyses_physico_chimiques_des_eaux_ok.pdf)

<https://qualitexpert-dz.com/qcq/analyse-de-leau/>

<https://www.techno-science.net>

<https://www.climatsetvoyages.com/climat/algerie>

<https://www.presee.fr/doc/geo>

<https://decoupageadministratifalgerie.com>

# **Annexes**

## Annexes

---

### Détermination Chlorures ( $Cl^-$ )

#### A) Solution de Nitrate d'argent à 0,02 N(mol/l):...par mois

-0.339g d'  $AgNO_3$  → 10 ml d'eau distillée

- Sécher à 105 °C

- Compléter à 100 ml d'eau distillée

#### B) Indicateur coloré $K_2CrO_4$ à 10 %:...par mois

-0.5 g de  $K_2CrO_4$  → Q.S.P 100 ml d' $H_2O$  dist.

#### C) Solution étalon de chlorures de Sodium à 0.02 mol/l:...par mois

- 0.117g de  $NH_4Cl$ .....10ml d'eau distillée.

- Sécher à 105 °C

- Compléter à 100 ml d'eau distillée

#### D) Solution D'acide Nitrique( $HNO_3$ ) à 0.1 mol/l:...par mois

- 0.761 ml de  $HNO_3$ .....100ml d'eau distillée.

#### E) Solution D'Hydroxyde de Sodium( $NaOH$ ) à 0.1 mol/l: ...par mois

- 0.4 g de  $NaOH$ .....10ml d'eau distillée.

- Compléter à 100 ml d'eau distillée

### DOSAGE

#### 1- pour l'échantillon

-100 ml échantillon( $V_a$ ) + 1ml indicateur  $K_2CrO_4(B)$ +bien mélanger +

Titrer avec Solution de Nitrate d'argent à 0,02 N( $V_s$ )...jusqu'à la coloration

## Annexes

---

rougeâtre + 1 gouttes de la Solution étalon de chlorures de Sodium à 0.02 mol/l)...jusqu'à la coloration soit disparue.

### 1- pour le blanc

-100 ml d'eau distillée + 1ml indicateur  $K_2CrO_4(B)$ +bien mélanger + Titrer avec Solution de Nitrate d'argent à 0,02 N(Vb).
$$P_{Cl} = \frac{(V_{振}-V_b)}{V_a} * C * f$$

### Détermination du TH.Ca+2

A-Solution étalon de  
référence,(CaCO3)=0.01mol/.....par mois

\* Sécher 2 g de carbonate de calcium pur pendant 2heures à 150°C.

\* introduire 1 g dans une fiole conique de 500ml et humidifier avec de l'eau distillée .Ajouter goutte à goutte de l'acide chlorhydrique à 3mol/l jusqu'à ce que tout le carinate soit dissous. Eviter un excès d'acide.

\* Ajouter 200ml d'eau distillée et porter à ébullition quelques minutes afin d'éliminer le dioxyde de carbone. Refroidir et ajouter quelques 3 gouttes de l'indicateur au rouge de méthyle. Ajouter une solution ammoniacale à 3mol/l jusqu'à ce que la solution devienne orange.

Transvaser la solution dans une fiole jaugée de 1000ml et compléter au volume avec de l'eau distillée.

NB :1ml de la solution contient 0.4008mg(0.01 mmol/l) de calcium.

B-Solution d'E.D.T.A N/50 ( C10 H14 N2 Na2 O8 2H2O ) : 0,01mol/l...par mois

\* Sécher 5 g de d'E.D.T.A di-hydraté pendant 2heures à 80°C.

## Annexes

---

**\*introduire 3,725 g dans une fiole conique de 1000ml. après déshydratation à 80°C pendant 2 h.(pour vérifier le F de correction chaque mois)**

### C-Solution d'hydroxyde de sodium ( NaOH ) 2 N :...par mois

- NaOH( pastilles ) ..... 8 g.
- H2O distillée ..... q.s.p 100 ml.

### D-Solution d'hydroxyde d'ammonium ( NH4OH ) pH = 10:...par mois

- Chlorure d'ammonium NH4Cl..... 6,75 g.
- NH4OH (25%)..... 57 ml
- E.D.T.A Sel magnésien .....0.5 g
- H2O distillée ..... q.s.p 100 ml.

**E-Noir ErichromeT(indicateur Net)...par mois:0.5 g de sel de sodium de mordront noir + 100 ml de l'eau distillée .**

**F-Calcon...par mois:0.2g+100 NaCl.**

### DOSAGE

**-50 ml échantillon +25 eau distillée+1ml solution (PH 10)(D) + 5 gouttes indicateur Net(E) +bien mélanger (la solution devient rose) + Titrer avec l'E.D.T.A 0,01mol/l(B)...jusqu'à la coloration bleu.**

### Calcule

$$\text{TH} = \text{V2}(\text{volume de titrage}) * 2 * \text{F}(\text{f} - \text{d} : \text{履illution}) * \text{FC}(\text{f} - \text{de correction})$$

### Calcule de FC

## Annexes

---

50 ml solution de référence(A)+ Titrage avec de l'E.D.T.A (virage vers le violet)

$$FC = \frac{\text{Volume versé}}{\text{Volume théorique}(12. \tau \text{ ml})}$$

f= 35453mg



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

#### Avant propos:

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence

bicarbonates, carbonates et hydroxydes.

#### Principe :

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser , aux niveaux de  $\text{pH} = 8.3$  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).

## Annexes

---

### Réactifs :

- Solution d'acide Chlorhydrique à 1 N :
- Solution d'HCl à 0,1 N :
- d'HCl à 1 N ..... 100 ml.
- \*H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000ml.

### Électrode : Électrode de pH

### Mode opératoire :

- Prendre 100 ml d'eau à analyser,

- Noter son pH puis titrer avec HCl à 0,1 N jusqu'à obtention d'un pH de 4,3.

### \* Expression des résultats :

$$F.G = \frac{V_A \times N_A \times M_{HCO_3^-} \times 1000}{PE} = \frac{V_A \times 0,1 \times 61 \times 1000}{100}$$

$$F.S : V_{A1} \times 61 = \text{mg/l } HCO_3^-$$

V<sub>A</sub> : Volume d'acide versé.

N<sub>A</sub> : normalité d'acide versé.

M<sub>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></sub> : masse des bicarbonates ( HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

### \* Remarque :

Si le pH de l'échantillon est supérieur à 8,3 ; titrer jusqu'à cette valeur (volume d'HCl obtenu correspond au CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) puis continuer le dosage jusqu'à pH de 4,3 noter le volume V<sub>A2</sub>.

## Annexes

---

$$\text{mg/l CO}_3^{2-} = \text{VA}_2 \times 60$$

---

### Détermination NITRATES NO<sub>3</sub>

#### Principe :

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

#### Réactifs :

- \* Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24h.).

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

- \* Solution d'hydroxyde de sodium 30 %.

30 gr de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.

- \* H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré.

- \* Tartrate double de sodium et de potassium.

Hydroxyde de sodium Na OH ..... 400 g.

Tartrate de sodium et de potassium ..... 60 g.

Eau distillée ..... qsp 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

## Annexes

---

**Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg/l.**

**\* Nitrate de potassium anhydre ..... 0.722 g**

**Eau distillée ..... 1000 ml.**

**Chloroforme ..... 1 ml.**

**Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg/l.**

### **Appareillage.**

**Etuve.**

**Spectrophotomètre U.V visible.**

- **Courbe d'étalonnage.**

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

<b>N° de capsule</b>	<b>B</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>\$ étalon 5 mg/l.</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>Eau distillée</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
<b>\$ de salicylate de Na</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Correspondant en mg/l de trique</b>	<b>0</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>2.5</b>	<b>5</b>

## Annexes

---

### Mode opératoire

Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.

Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.

Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.

Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.

( ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps ) laisser refroidir.

Reprendre le résidu avec 2 ml. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> laisser reposer 10 mn.

Ajouter 15 ml d'eau distillée.

Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectro au 415 nm



---

### Détermination Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>)

Principe :

## Annexes

---

Dans un volume d'acide chlorhydrique contenant de chlorure de baryum les ions sulfates seprécipitent en cristaux des sulfates de baryum mesurables par transmission à la spectrophotométrie.

### A-Solution stabilisante :...deux fois par mois

- Acide chlorhydrique ( c ) ..... 6 ml.
- Ethanol ..... 20 ml.
- Chlorure de sodium ..... 15 g.
- Glycérol ..... 10ml.
- Eau distillée .....Q.S.P. 100 ml.

### B-Solution de chlorure de baryum 0.01 mol/l:...par mois

- Chlorure de baryum ..... 15g.
- Acide chlorhydrique ..... 0.5 ml.
- Eau distillée ..... Q.S.P. 100 ml.

### C-Solution mère de sulfates à 1 g/l à partir de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(sulfate de sodium)...par mois

- Peser0.1479 g de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ..... 100 ml d'eau distillée.

## Annexes

### E-Gamme d'étalonnage : à 420nm

N° Bécher	0	1	2	3	4	5	6	7
solution mère à 1g/l	0	0.1 ml	0.2 ml	0.3 ml	0.4 ml	0.5 ml	0.6 ml	0.7 ml
Eaudisti	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml
Solution stabilisante	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml
Solution chlorure aryum	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml
Agitation 1 mn.								
concentration finale mg O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0	10	20	30	40	50	60	70

### Appareillage.

#### Spectrophotomètre U.V visible

