

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT des Sciences de  
la Nature et de la Vie

N°:.....



DOMAINE : SCIENCES DE LA  
NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : ECOLOGIE ET  
ENVIRENEMENT

OPTION : ECOLOGIE DES MILIEUX

Mémoire présenté pour l'obtention  
du diplôme de Master Académique

Par :

HAMMADI Abir

AKROUM Hadil

BOUKRAA Ziad Abdellah

Intitulé

**Caractéristiques physico-chimiques  
de l'eau potable de la région de  
(Hamam Dhalâa) wilaya de M'sila**

*Soutenu devant le jury composé de :*

REBBAS KHELLAF	Pr	Université de M'Sila	Président.
SAOUDI OUARDA	MCA	Université de M'Sila	Rapportrice.
ARAB RADHIA	MCB	Université de M'Sila	Examinatrice.

Année universitaire : 2023 /2024

## *Remerciements*

*D'abord et avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a donné le courage, l'espoir, et a aidé pour mener ce modeste travail.*

*On remercie spécialement notre promoteur, Madame Saoudi Ouarda, Maître de conférence classe «A» à l'université de M'sila, de nous avoir encadré et suivi notre travail de près avec sa rigueur scientifique, sa gentillesse ainsi que ses conseils ont largement contribué à l'aboutissement de ce travail. Trouvez ici l'expression de notre admiration, de notre reconnaissance et de notre respect.*

*Et Merci au professeur REBBAS Khellaf qui a participé à nos travaux.*

*Je remercie également tous les enseignants du département de Biologie de M'sila pour leur aide, et leur entière disponibilité.*

*Aussi nous remercions aux membres de jurys Mr REBBAS KHELLEF, Et MS ARAB RADHIA*

*Un merci particulier à Monsieur Kamal Sghiri le responsable de laboratoire de SNU.*

*Et Nous remercions tous les employés du laboratoire d'analyse et contrôle de qualité de l'eau du laboratoire de l'ADE (Algérienne Des Eaux), dans la wilaya de M'sila.*

*Et Un grand merci à l'association de Hodna Lait pour leur aide.*

*Merci à tous...*

## Dédicace

*Aux personnes de mon cœur, en premier lieu à ma famille*

*A mon père, première raison de ma réussite, qui a fait ressortir ce \_  
qu'il y a de plus beau en moi et m'a toujours encouragé à atteindre  
mes ambitions, à l'homme de lutte, « Akroum Djamel », qui a passé sa  
vie à élever ses enfants*

*...J'ai complété le testament ...*

*"Que Dieu ait pitié de vous, ma chère"*

*Au symbole de fidélité, d'amour et de sacrifice, à la rose de ma vie et à  
ma compagne de toujours, ma chère mère*

*A mes frères youcef, mohamed, mouaad, et mes sœurs Rahíl et \_  
anffal le plaisir de ma vie, un jour à partir d'aujourd'hui je vous  
.verrai réaliser vos rêves, que Dieu vous protège je vous aime*

*Merci à tous ceux qui étaient en route pour arriver ici aujourd'hui, \_  
mes tantes, mon éternel soutien, je vous aime, et mes amis chaïma La  
sœur à qui ma mère n'a jamais donné naissance, abír près de moi  
toujours, les deux meriem, karíma, éternel réconfort. Et mon  
.bínôme zíad*

*Merci au professeur " saoudí ouareda " qui a été notre compagnon \_  
dans cette recherche, et également un grand merci au chercheur*

*Dr. Rabas et au professeur actuel*

*"md" Arab Radia*

*\_Louange à Dieu au début et à la fin\_*

*\_ فالحمد لله عند البدء و عند الختام \_*

*AKROUM Hadil*

## Dédicace

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ce qui,*

*Je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère*

*À l'homme précieux à qui je dois tout, mon cher père : Boukraâa Abdelkader*

*À la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui ne me l'a jamais demandé et n'a ménagé*

*Aucun effort pour me rendre heureux, mes chères mères : Debeka Fatîha et Debeka Messaouda*

*À mes chères et solidaire frères, Mohamed-el-Amine et Raïd-Siradj-Eddîne*

*À mes chères sœurs Houaida et Hadia*

*Pour toute l'ambiance qu'ils m'ont entourée dans ma vie, pour toute leur spontanéité et leur*

*Enthousiasme. Que Dieu les protège et les guide vers le bon chemin.*

*Je réserve une mention très spéciale:*

*À ma chère professeure qui supervise ces travaux, Madame Saoudi Ouarda, je vous remercie pour*

*Vos efforts et votre soutien à notre égard tout au long du parcours académique.*

*Aux honorables Monsieur Bounar rabeih, honorable Monsieur Nouidjem Yassine,*

*Les mots de gratitude ne suffisent pas pour vos formidables*

*Efforts, votre accompagnement et votre soutien.*

*Je voudrais citer mes propos à Monsieur, le Directeur des laboratoires du Collège des sciences,*

*Kamal Seghiri. Vous avez été pour nous le meilleur soutien. Vous resterez toujours une*

*fierté pour l'université de M'sila et un symbole de la Faculté des Sciences.*

*À mes amis Abdellatif, Khalil, Anes, Youssef, Djelloul, Sami, Mohamed, Haroun, Zaki ... vous êtes  
toujours les meilleurs hommes*


*Que j'ai jamais rencontrés dans ma vie.*

*Et à mes collègues dans du travail Abir et Hadil, merci beaucoup.*

*À toute ma famille Et à tous ceux qui ont contribué à ce travail.*

*-Boukraa Ziad Abdellah-*

## Dédicace



*Je me dois d'avouer pleinement ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont soutenue durant mon parcours, qui ont su me hisser vers le haut pour atteindre mon objectif C'est avec amour, respect et gratitude que je dédie cette thèse...*

*Aux personnes les plus chères au monde, à mes très chers parents,*

*À ma source de bonheur, ma mère REDAOUI Damer. Merci pour ta tendresse, ton amour inconditionnel, ton soutien inlassable, ton dévouement inégal, tes sacrifices. Tu as toujours été un exemple pour tes enfants, la source de notre motivation et nos ambitions.*

*À mon père HAMMADI Aziz, tu m'as toujours poussé à me surpasser dans tout ce que j'entreprends, tu m'as transmis cette rage de vaincre. Puisse Dieux, le Tout-Puissant vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur. Je vous aime très fort*

*À mes très chers frères, Achref et Anas Merci pour votre soutien, et tous nos bons souvenirs partagés et ceux à venir. J'espère que nous restions unis dans la tendresse et fidèles à la bonne éducation que nous avons reçue. Puisse Dieu vous protège, comble votre vie de bonheur et renforce notre fraternité.*

*À ma grand-mère Saadia et à mes tantes surtout, Djahida, Razika et Randa, vous avez toujours été en mesure de me soutenir, de m'aider et d'encourager. Vous avez toujours été des êtres pour moi, vous avez partagé avec moi tous les moments merveilleux, mais aussi les plus difficiles, pour me remplir d'amour et de bonheur. Je souhaite à Dieu que vous ayez un avenir brillant. Je t'aime.*

*À toute ma belle-famille Redaoui, et mon fiancé. Merci de m'avoir encouragé et soutenu*

*À tous mes amies Belkis ma sœur, Chaïma, Meriem samra, Karima, Meriem baïda, Kaoutar, Hadil mon cœur un remerciement particulier pour la motivation et le soutien dont vous m'avez témoigné. À tous ceux qui m'ont apporté, directement ou indirectement, leur aide ou leurs encouragements lors de la réalisation de cette thèse.*

*À mes collèges HADIL et ZIAD dans le travail, Merci ....*

*Et Merci pour et le grand professeur « REBBAS KHELLAF » et ms « Arab Radia » ...*



*\_ ABIR Hammadi \_*

***Résumé***

L'eau est considérée toujours comme un aliment de base, précieux et vital. De cela notre travail de recherche s'est basé sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique d'eau potable de la commune de Hammam Dhalâa, Wilaya de M'sila.

Un contrôle et un suivi ont été effectués sur plusieurs échantillons d'eau prélevés au niveau d'un 12 sources d'eau parmi deux Hammam, ou nous avons adopté les normes algériennes dans la comparaison des résultats.

Les résultats de cette étude ont montré que ces eaux de consommation humaine sont de bonne qualité et conforme à la norme OMS et Algérienne.

Sauf que la température dans la source 1 " Hammam Mohamed El Saleh " et source 2 " Hammam Kherabecha " et source 9 " Ouled Sidi Amar Hourane ". Il existe une augmentation de la valeur dans les paramètres de minéralisation chez ces sources, avec une dureté totale supérieure à 100 mg/l et une valeur de calcium supérieure à 208 mg/l. Dans la première source, seulement " Hammam Mohamed El Saleh " est mentionné, tandis que dans les deux autres sources, " Hammam Kherabecha " et "Aïn El Mendjeh" sont mentionnés. Les paramètres bactériologiques ont dépassé les mêmes valeurs pour tous les types de bactéries, à savoir les germes aérobies à 22C°, les germes aérobies à 37C° et les coliformes collectifs.

**Mots clés :** la qualité physico-chimique et organique, Hammam Dhalâa , les normes algériennes, les normes OMS.

***Abstract***

Water is always regarded as a basic, valuable and vital food. For this reason, our research work was based on the evaluation of the physical-chemical and bacteriological quality of drinking water in the municipality of Hammah Dhalâa, Wilaya de M'sila.

A control and follow-up were carried out on several water samples taken from a 12 water sources from two Hammam, or we adopted Algerian standards in the comparison of results.

The results of this study showed that these water for human consumption is of good quality and conforms to the WHO and Algeria standards.

Except that the temperature in source 1 'Hammam Mohamed El Saleh', source 2 'Hammam Kherabecha', and source 9 'Ouled Sidi Amar Hourane' shows an increase in the mineralization parameters at these sources, with a total hardness exceeding 100 mg/l and a calcium value exceeding 208 mg/l. In the first source, only 'Hammam Mohamed El Saleh' is mentioned, while in the other two sources, 'Hammam Kherabecha' and 'Aïn El Mendjeh' are mentioned. The bacteriological parameters have exceeded the same values for all types of bacteria, namely aerobic germs at 22°C, aerobic germs at 37°C, and total coliforms.

**Keywords:** the physical-chemical and organic quality\_ Hammah Dhalâa\_ Algerian standards\_ the WHO standards.

يعتبر الماء غذاءً أساسياً ثميناً وحيوياً. ومن أجل هذا قمنا بإجراء دراسة مخبرية على مياه الشرب في منطقة حمام الضلعة التابعة لولاية المسيلة لتقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبكتيرية لهذه المياه. أجريت هذه الدراسة المخبرية على عدة عينات من المياه أخذت من 12 منبع منها حمامين. واعتمدت المعايير الجزائرية في مقارنة النتائج المتحصل عليها من خلال التحليل البيوكيميائي للمياه. وقد أظهرت نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية أن هذه المياه الخاصة بالاستهلاك البشري ذات نوعية جيدة وتمتثل لمعايير منظمة الصحة العالمية والمعايير الجزائرية.

فيما عدا درجة الحرارة في المصدر 1 "حمام محمد الصالح حريزي" والمصدر 2 "حمام خرابشة" والمصدر 9 "أولاد سيدي عمر حوران". هناك زيادة في قيمة مؤشرات التمعدن في هذه الينابيع، حيث تزيد الصلابة الكلية عن 100 ملغم/لتر وقيمة الكالسيوم أعلى من 208 ملغم/لتر. ولم يذكر في المصدر الأول إلا "حمام محمد الصالح"، أما في المصدرين الآخرين فقد ذكر "حمام خرابشة" و"عين المنجح". تجاوزت المعايير البكتريولوجية نفس القيم لجميع أنواع البكتيريا وهي الجراثيم الهوائية عند درجة حرارة 22 مئوية والجراثيم الهوائية عند درجة حرارة 37 مئوية.

**الكلمات المفتاحية:** القيم النوعية الفيزيائية والكيميائية والتلوث العضوي، حمام الضلعة، المعايير الجزائرية، معايير منظمة الصحة العالمية

Liste des figures

Figure1 : Structure de la molécule d'eau H <sub>2</sub> O, électriquement polarisée.....	2
Figure2 : Cycle de l'eau .....	3
Figure3 : Carte de Localisation géographique de la commune de Hammam Dhalaa .....	19
Figure4 : El Ach.....	22
Figure5 : Ain El Mendjeh.....	22
Figure6 : Ain Thafassoun .....	23
Figure7 : Ain El Kerma ( Ifri ).....	23
Figure8 : Ouled Sidi Amar ( Hourane ) .....	23
Figure9 : Ain Mazer .....	23
Figure10 : Charchour .....	24
Figure11 : Giraoua .....	24
Figure12 : Hammam Mohamed Saleh Herizi.....	24
Figure13 : Hammam El Khrabcha .....	24
Figure14 : Appareil thermometre.....	26
Figure15 : Appareil multiparametre .....	27
Figure16 : Appareil turbidimetre .....	28
Figure17 : Appareil conductimètre .....	30
Figure18 : Appareil de spectrophotomètre .....	33
Figure19 : Électrode de pH mètre .....	34
Figure20 : SPECTROPHOTOMÈTRE DR3900, HACH .....	38
Figure21 : Diagramme représente la variation spatiale température dans les eaux pour les différents échantillons du 13 Mai 2024. ....	42
Figure22 : Diagramme représente la variation spatiale potentiel hydrogène (PH) dans les eaux pour les différents échantillons .....	43
Figure23 : Diagramme représente la variation spatiale Conductivité électrique dans les eaux pour les différents échantillons .....	44
Figure24 : Diagramme représente la variation spatiale Turbidité dans les eaux pour les différents échantillons .....	45
Figure25 : Diagramme représente la variation spatiale TDS dans les eaux pour les différents échantillons .....	46
Figure26 : Diagramme représente la variation spatiale salinité dans les eaux pour les différents échantillons .....	47
Figure27 : Diagramme représente la variation spatiale O <sub>2</sub> dans les eaux pour les différents échantillons .....	48
Figure28 : Diagramme représente la variation spatiale TH dans les eaux pour les différents échantillons .....	49
Figure29 : Diagramme représente la variation spatiale TAC dans les eaux pour les différents échantillons .....	50
Figure30 : Diagramme représente la variation spatiale Cl <sup>-</sup> dans les eaux pour les différents échantillons .....	51

<b>Figure31 : Diagramme représente la variation spatiale <math>\text{Ca}^{2+}</math> dans les eaux pour les différents échantillons .....</b>	<b>52</b>
<b>Figure32 : Diagramme représente la variation spatiale <math>\text{Mg}^{2+}</math> dans les eaux pour les différents échantillons .....</b>	<b>53</b>
<b>Figure33 : Diagramme représente la variation spatiale <math>\text{HCO}_3^-</math> dans les eaux pour les différents échantillons .....</b>	<b>54</b>
<b>Figure34 : Diagramme représente la variation spatiale <math>\text{SO}_4^{2-}</math> dans les eaux pour les différents échantillons .....</b>	<b>55</b>
<b>Figure35 : Diagramme représente la variation spatiale <math>\text{SO}_4^{2-}</math> dans les eaux pour les différents échantillons .....</b>	<b>56</b>
<b>Figure36 : Diagramme représente la variation spatiale du Germe aérobies à <math>22\text{C}^\circ</math> dans les eaux pour les différents échantillons .....</b>	<b>57</b>
<b>Figure37 : Diagramme représente la variation spatiale du Germe aérobies à <math>22\text{C}^\circ</math> dans les eaux pour les différents échantillons .....</b>	<b>57</b>
<b>Figure38 : Diagramme représente la variation spatiale du Coliformes totaux dans les eaux pour les différents échantillons .....</b>	<b>58</b>
<b>Figure39 : Diagramme représente la variation spatiale du Coliformes fécaux dans les eaux pour les différents échantillons .....</b>	<b>59</b>

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les risques de la pollution de l'eau (Vilagines, 2003). .....	15
Tableau 2 : Normes OMS (2006) et Algériennes(JORA2014) des paramètres physico-chimiques pour les eaux de surface .....	16
Tableau 3 : Caractéristiques physico-chimiques étudiées .....	25
Tableau 4 : Les résultats des paramètres organoleptiques des eaux des sources d'étude	41
Tableau 5 : Tableaux des points de température des sources étudiés .....	42
Tableau 6 : Tableau des points potentiels hydrogènes (pH) des sources étudiées.....	43
Tableau 7 : Tableau des points de conductivité électrique des sources étudiés.....	44
Tableau 8 : Tableau des points de Turbidité des sources étudiés .....	45
Tableau 9 : Tableau des points de TDS des sources étudiées .....	46
Tableau 10 : Tableau des points de salinité des sources étudiées .....	47
Tableau 11 : Tableau des points de O <sub>2</sub> des sources étudiées .....	48
Tableau 12 : Tableau des Dureté totale (TH) des sources étudiées .....	49
Tableau 13 : Tableau des TAC des sources étudiées.....	50
Tableau 14 : Tableau des Cl <sup>-</sup> des sources étudiées.....	50
Tableau 15 : Tableau des Ca <sup>2+</sup> des sources étudiées.....	51
Tableau 16 : Tableau Mg <sup>2+</sup> des sources étudiées .....	52
Tableau 17 : Tableau des HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> des sources étudiées .....	53
Tableau 18 : Tableau des SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> des sources étudiées .....	54
Tableau 19 : Tableau des Résidu sec des sources étudiées .....	55
Tableau 20 : Tableau des Germes aérobies à 22C° des sources étudiées .....	56
Tableau 21 : Tableau des Germes aérobies à 37C° des sources étudiées .....	57
Tableau 22 : Tableau des coliformes totaux des sources étudiées .....	58
Tableau 23 : Tableau des coliformes fécaux des sources étudiées .....	59
Tableau 24 : Tableau des Streptocoques fécaux des sources étudiées.....	60
Tableau 25 : Tableau des Salmonelle typhi des sources étudiées .....	60
Tableau 26 : Tableau des Entérocoques strep des sources étudiées .....	61
Tableau 27 : Tableau des Clostridium sulf des sources étudiées .....	61

**Liste des Abréviations**

**ADE : Algérienne des eaux.**

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

**CaSO<sub>4</sub> : Sulfate de calcium.**

**Ca : Calcium.**

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

**CE : Conductivité Electrique.**

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

**E.coli : Escherichia coli.**

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

**MES : Matières En Suspension.**

**Mg : Magnésium.**

**NA : Les Normes Algériennes.**

**NTU: Nephelometric Turbidity Unit.**

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

**pH : potentiel Hydrogène.**

**TAC : Titre Alcalimétrique Complet.**

**TH : Dureté Total.**

**TDS : solides Totaux Dissous.**

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

**µs/cm : Micro Siemens Par Centimètre.**

## Sommaire

<i>Résumé</i> .....	i
<i>Abstract</i> .....	ii
<i>المخلص</i> .....	iii
<i>Liste des figures</i> .....	viii
<i>Liste des tableaux</i> .....	viii
Liste des Abréviations.....	viii
<i>Introduction</i> .....	1
<i>CHAPITRE I : Synthèse bibliographique</i> .....	2
1.Introduction.....	2
2.La valeur de l'eau.....	3
3.Les sources naturelles de l'eau.....	3
3.1. Eaux de mer.....	4
3.2. Eaux superficielles.....	4
3.3. Eaux Souterraines.....	4
4.L'eau potable.....	5
4.1.Définition.....	5
4.2.Caractéristique de l'eau potable.....	5
4.2.2.Caractéristique physico-chimique de l'eau.....	6
4.2.2.1.La température de chauffe.....	6
4.2.2.2.La quantité de volume.....	6
4.2.2.3.La densité.....	6
4.2.2.4.La pression sur la surface.....	6
4.2.2.5.Le magnésium (Mg <sup>2+</sup> ).....	6
4.2.2.6.Le sodium et le potassium (Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> ).....	6
4.2.2.7.Les sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).....	7
4.2.2.8.La Valeur de la température.....	7
4.2.2.9.Le pH.....	7
4.2.2.10.La conductivité électrique.....	7
4.2.2.11.La présence de turbidité.....	8
4.2.2.12.La présence d'alcalinité.....	8
4.2.2.13.Les substances sulfatées.....	8
4.2.2.14.Les résidus secs.....	9

## Sommaire

---

4.2.2.15.La totale dureté de l'eau .....	9
4.2.2.16.Chlore.....	10
4.2.2.17.Les nitrites et les nitrites .....	10
4.2.2.18.Plastique ou plomb .....	10
4.2.3.Les caractéristiques des bactéries .....	10
4.2.3.1.Les bactéries entérobactériennes .....	11
4.2.3.1.1.Tous les coliformes .....	11
4.2.3.1.2.Les coliformes thermo-tolérants .....	11
4.2.3.2.Les streptocoques du groupe D .....	11
4.2.3.3.Clostridium sulfito-réducteurs .....	12
5.la pollution des eaux.....	12
5.1.1.Polluants chimiques.....	12
5.1.2.Polluants biologiques.....	13
5.1.3.Organismes libres .....	13
5.1.4.Les protozoaires.....	13
5.1.5.Les bactéries.....	13
5.1.6.Les virus.....	13
5.1.7.Polluants radioactifs.....	14
5.1.8.Pollution physique .....	14
5.2.Source de pollution des eaux .....	14
5.3.Conséquences de la pollution .....	15
6.Normes et classes de qualité des eaux superficielles.....	16
<i>CHAPITRE II : Matériels Et Méthodes</i> .....	18
1.Présentation de la zone d'étude.....	18
1.1.Les paramètres physico-chimiques.....	18
1.2.Les paramètres bactériologiques .....	18
1.3.Les paramètres ioniques .....	19
1.4.Les paramètres organoleptiques .....	19
1.5.Les paramètres de minéralisation globale .....	19
2.Les caractéristiques climatiques de la commune de Hammam Dhalâa, Wilaya de M'sila.....	20
2.1.Les Reliefs.....	20
2.2.Climat.....	20

## Sommaire

---

2.3.Pluviométrie.....	20
2.4.Température.....	20
2.5.Vent.....	21
2.6.Population.....	21
3.Les Reseaux Hydrographiques....	22
4.Échantillonnage.....	22
5.Mode de prélèvement.....	24
6.Les caractéristiques physico-chimiques étudiées.....	25
7.Methods analyses physico-chimique.....	25
7.1.Analyses physico-chimiques .....	26
7.1.1.Mesure de la température.....	26
7.1.2.Détermination du pH .....	27
7.1.3.Détermination de la turbidité.....	27
7.1.4.Détermination de la conductivité et TDS .....	29
7.1.5.Détermination Dureté .....	30
7.2.Analyses chimiques .....	32
7.2.1.Détermination de l'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	32
7.2.2.Détermination des nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) .....	32
7.2.3.Détermination des chlorures (Cl <sup>-</sup> ) .....	33
7.2.4.Détermination de l'alcalinité (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	34
7.2.5.Détermination du calcium (Ca <sup>2+</sup> ) et du magnésium (Mg <sup>2+</sup> ) .....	35
7.2.6.Détermination du résidu sec.....	36
7.2.7.Détermination du Titre Alcalimétrique Complet (TAC).....	37
7.2.8.Détermination des Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) .....	38
7.2.9.Détermination du résidu sec.....	39
<i>CHAPITRE III : Résultats Et Discussions</i> .....	41
1.Paramètres organoleptiques.....	41
2.Paramètres physico-chimiques.....	42
2.1.Température.....	42
2.2.Potentiel hydrogéné (pH).....	43
2.3.La Conductivité Electrique .....	44
2.4.Turbidité.....	45
2.5.La quantité totale de sels dissous dans l'eau (TDS).....	46

## Sommaire

---

<b>3.Parameter Minéralisation.....</b>	<b>48</b>
<b>3.1.Dureté totale (TH) .....</b>	<b>48</b>
<b>3.2.Titre Alcalimétrique complet (TAC) .....</b>	<b>49</b>
<b>3.3.Chlorure (Cl<sup>-</sup>).....</b>	<b>50</b>
<b>3.4.Calcium (Ca<sup>2+</sup>).....</b>	<b>51</b>
<b>3.5.Magnésium (Mg<sup>2+</sup>) .....</b>	<b>52</b>
<b>3.6.Bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) .....</b>	<b>53</b>
<b>3.7.Sulfate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).....</b>	<b>54</b>
<b>4.Parameters Bacteriologies....</b>	<b>56</b>
<b>4.1.Les Germes totaux.....</b>	<b>56</b>
<b>4.1.1.Germes aérobies à 22C° .....</b>	<b>56</b>
<b>4.1.2.Germes aérobies à 37C° .....</b>	<b>57</b>
<b>4.2.Les coliformes totaux et E. Coli .....</b>	<b>58</b>
<b>4.3.Coliformes fécaux.....</b>	<b>59</b>
<b>4.4.Les Streptocoques fécaux.....</b>	<b>60</b>
<b>4.5.Salmonelle typhi... ..</b>	<b>60</b>
<b>4.6.Entérocoques strep .....</b>	<b>61</b>
<b>4.7.Clostridium sulf.....</b>	<b>61</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>62</b>
<b>Référence et Bibliographie : .....</b>	<b>64</b>
<b>Annex.....</b>	<b>70</b>

***Introduction***

L'eau est essentielle à la survie humaine. Cependant, de nombreuses personnes à travers le monde rencontrent des difficultés quotidiennes pour accéder à une eau potable répondant à leurs besoins vitaux. Chaque année, de nombreux enfants meurent de maladies évitables transmises par l'eau. Au cours de la dernière décennie, des progrès significatifs ont été réalisés pour fournir aux populations une eau de boisson saine et des services d'assainissement adéquats. Toutefois, il reste encore beaucoup à faire au cours des dix prochaines années pour garantir l'accès à ces services essentiels à ceux qui en sont encore privés (Abaidi, 2022). Lors de notre visite dans la région de Driaat, nous avons remarqué que les habitants de la région consomment de l'eau de certaines sources sur lesquelles nous avons mené notre étude sans surveillance. Par conséquent, nous nous sommes rendus dans cette région, Driaat, et nous avons réalisé cette étude pour déterminer si l'eau de ces sources est potable ou non.

La qualité de l'eau revêt une importance capitale afin de satisfaire la demande et assurer l'approvisionnement en eau. Il est donc crucial d'assurer une qualité d'eau douce qui répond aux besoins humains et écologiques, ce qui constitue un élément essentiel de la gestion intégrée de l'environnement et de la durabilité.

L'objectif de cette étude est de déterminer la qualité des eaux potables par les paramètres physico-chimiques effectués sur les normes algériennes de la région de " HAMMAM DHALLÂA " Wilaya de M'sila.

Le contenu de cette étude s'articule en trois chapitres:

Dans le chapitre 1, une synthèse bibliographique est présentée, incluant une présentation des données concernant les divers paramètres prises en compte dans cette étude, ainsi que les normes définissant la caractérisation et la qualité des eaux minérales.

Le chapitre suivant comprend une description de la zone d'étude, ainsi que le matériel et les techniques utilisées pour évaluer les eaux potables.

L'interprétation des résultats obtenus pour les paramètres prises en compte dans cette étude est abordée dans le troisième chapitre. Nous concluons notre manuscrit avec une conclusion et des suggestions.

**CHAPITRE I :**  
*Synthèse  
bibliographique*



## I. Généralité sur l'eau

### 1. Introduction

La molécule d'eau est formée de deux atomes d'hydrogène (H) et d'un atome d'oxygène (O) qui sont regroupés par deux liaisons covalentes simples, ce qui entraîne un angle de  $104,5^\circ$ . Son état chimique se transforme en  $H_2O$ . Les liaisons hydrogènes sont définies comme des liens physiques extrêmement faibles entre les molécules d'eau. La neutralité électrique de l'eau est similaire à celle de toute molécule. La molécule d'eau présente un moment dipolaire élevé (1,85D) en raison de la forte électronégativité de l'atome d'oxygène. Cette polarisation explique les caractéristiques remarquables de l'eau, ce qui permet de saisir la raison pour laquelle elle peut conduire le courant électrique (Blancher , 1972).

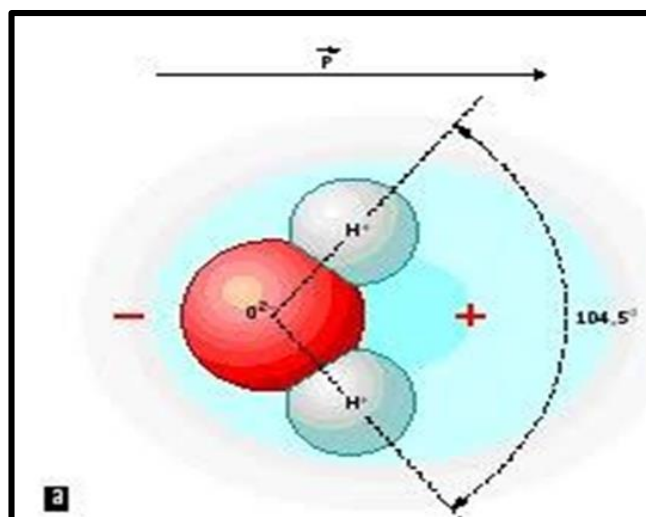


Figure 1 : Structure de la molécule d'eau  $H_2O$ , électriquement polarisée.

À cause de la présence abondante d'eau sur notre planète, la Terre semble être bleue depuis l'espace, car les océans couvrent près des trois quarts de sa surface (70%). Un total de 1,4 milliard de  $km^3$  d'eau est présent sur Terre, qu'elle soit liquide, solide ou gazeuse. Toutefois, la majorité (97 %) de l'eau se trouve dans les océans et est salée, ce qui la rend inaccessible à l'homme.

La proportion d'eau douce n'est que de 3 % et concerne principalement les glaciers de montagne, les inlandsis du Groenland et de l'Antarctique (environ 2 %).

- Les eaux souterraines douces (moins de 1 %, la plupart des eaux souterraines sont salées, ce qui les rend peu douces).
- Les eaux superficielles (cours d'eau, sols gelés, marécages et lacs d'eau douce : 0,02%).

- L'environnement (0,001%) ; les organismes vivants (0,0001%). La moitié de cette eau douce est utilisée par les êtres humains, avec seulement 0,3% du volume d'eau de la planète, soit 4 millions de km<sup>3</sup> (CIE, 2018).

L'eau est présente dans de nombreux endroits sur notre planète et elle joue un rôle essentiel dans la vie de tous les êtres vivants connus. Une étendue d'eau peut être un océan, une mer, un lac ou une rivière. Selon Bertrand (2008), la circulation de l'eau dans les différents compartiments de la Terre est expliquée par son cycle hydrologique, le cycle de l'eau. (fig 02)

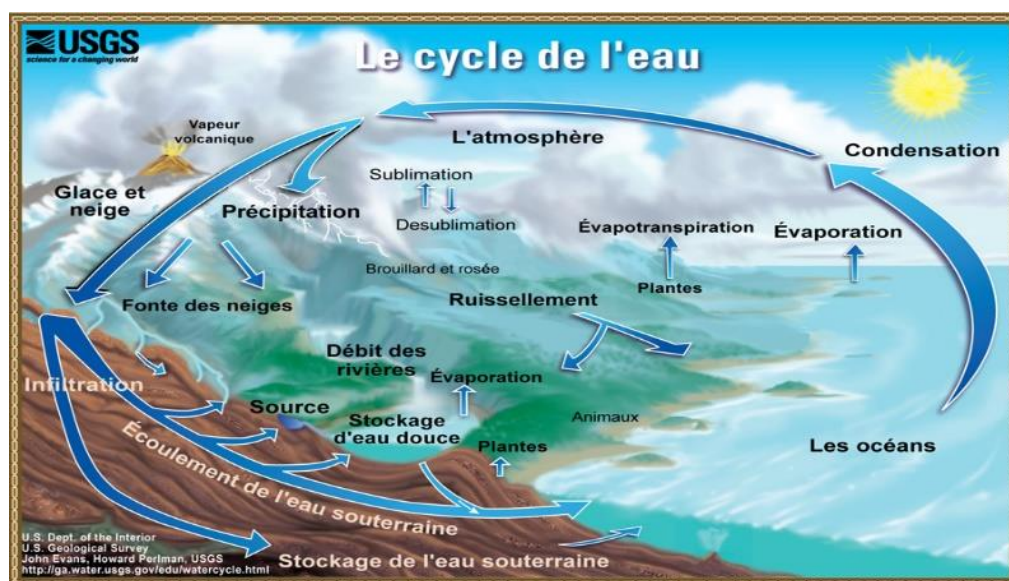


Figure 2 : Cycle de l'eau

## 2. La valeur de l'eau

La présence de l'eau est essentielle pour la vie et le bon fonctionnement de la planète Terre, car elle constitue environ 70-80 % de sa masse. De l'ensemble de la surface du sol, l'eau occupe une place primordiale dans les écosystèmes naturels ainsi que dans la régulation climatique. Le cycle hydrologique désigne le déplacement constant de l'eau en dessous, au-dessous et à la surface de la terre, qui se déroule sans cesse, passant des états liquides, gazeux et solides. Environ 98% de l'eau salée est accessible à l'utilisation, tandis que la majorité se trouve dans les neiges et les polaires (Lassoued , et Touhami , 2008).

## 3. Les sources naturelles de l'eau

Les ressources d'eau naturelles disponibles comprennent des nappes souterraines (infiltrations), des eaux de surface stagnantes (lacs, retenues de barrages) ou en écoulement

(rivières, fleuves) ainsi que des eaux de mer. Selon (Ayad, 2017). Les propriétés générales de chaque source témoignent de l'interaction entre l'eau et l'environnement environnant.

### **3.1. Eaux de mer**

Les eaux de mer sont une source d'eau naturelle qui est utilisée lorsqu'il n'est pas possible de se procurer de l'eau douce. Les eaux de mer se distinguent par leur teneur en sels dissous, ce qui est connu sous le nom de salinité. La salinité de la plupart des eaux de mer varie entre 33000 et 37000 mg/l (Ayad, 2017).

### **3.2. Eaux superficielles**

Toutes les eaux naturellement libérées dans l'atmosphère, telles que les fleuves, les rivières, les lacs, les réservoirs, les ruisseaux, les lacs de barrage, les retenues collinaires, les mers, les estuaires, etc. Le mot est également utilisé pour désigner les sources, les puits et les autres collecteurs d'eau qui sont directement impactés par les eaux superficielles. En aquarium, l'interface entre l'eau et l'air, communément connue sous le nom d'eau de surface, désigne les eaux superficielles (Ayad, 2017).

### **3.3. Eaux Souterraines**

Il est courant que les eaux souterraines soient protégées des sources de pollution car elles sont enfouies dans le sol. Étant donné qu'il y a une faible variation des caractéristiques de ces eaux au fil du temps.

Les eaux souterraines présentent principalement les caractéristiques suivantes:

\_ La présence de bactéries est limitée.

Caractéristiques :

- Faible niveau de turbidité ;
- Température constante ;
- Indice de couleur faible ;
- Débit constant ;
- Dureté souvent élevée ;
- Concentration élevée de fer et de manganèse. Selon (Ayad, 2017).

## 4. L'eau potable

### 4.1. Définition

L'eau potable est une eau que l'on peut consommer ou utiliser à des fins domestiques et industrielles sans danger pour la santé. Elle peut être fournie sous différentes formes : des bouteilles d'eau (eau minérale ou eau de source, eau plate ou eau gazeuse), des robinets d'eau courante ou des citernes industrielles (**Le centre d'information sur l'eau, 2024**).

D'après l'OMS, l'eau potable est une eau qui présente des caractéristiques microbiennes, chimiques et physiques qui respectent des directives et des normes concernant la qualité de l'eau de boisson. Selon l'Agence Régionale de Santé (ARS), en France, l'eau de distribution est l'un des aliments les plus soumis à une surveillance stricte. De nombreux contrôles sont réalisés par des laboratoires agréés par l'ARS afin de vérifier si toutes les exigences réglementaires sont respectées : de la préservation de la ressource à l'eau fournie directement aux robinets des maisons.

### 4.2. Caractéristique de l'eau potable

#### 4.2.1. Caractéristiques sensorielles (organoleptiques)

##### 4.2.1.1. La teinte La couleur

On appelle vraie ou réelle la coloration d'une eau lorsqu'elle est causée par les seules substances en solution. On parle d'apparition lorsque les substances en suspension y ajoutent leur propre teinte. Les teintes réelles et visibles sont sensiblement les mêmes dans l'eau claire et les eaux à faible turbidité (**Rodier, 2005**).

##### 4.2.1.2. Parfum

La présence d'une odeur indique la pollution ou la décomposition de matières organiques. En règle générale, ces substances se trouvent en quantité si faible qu'elles ne peuvent pas être détectées par les méthodes d'analyse habituelles. Parfois, le sens olfactif peut seul les repérer (**Rodier, 2009**).

##### 4.2.1.3. Gout

Rodier et *al.* (2005) ont défini le goût comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune qui sont perçues lors de la boisson dans la bouche.

#### 4.2.2. Caractéristique physico-chimique de l'eau

Le fait que la molécule d'eau soit polaire peut engendrer des associations possibles entre les molécules d'eau ; cela entraînera diverses anomalies physiques que nous mentionnons brièvement, comme :

##### 4.2.2.1. La température de chauffe

En comparaison avec celle des composés de masse moléculaire similaire et contenant plusieurs atomes d'hydrogène, elle est anormalement élevée. En règle générale, elle atteint 100°C (Boglin Jean-Claude, 2000).

##### 4.2.2.2. La quantité de volume

Elle fluctue en fonction de la température et de la pression, ainsi que de la quantité de sels dissous. Selon Boglin Jean-Claude (2000), la masse volumique de l'eau est de 1g/cm<sup>3</sup>.

##### 4.2.2.3. La densité

Il est souvent désigné comme frottement interne. Quand la température monte. Le traitement devient plus simple, la viscosité diminue et les opérations de sédimentation et de dégazage sont plus rapides. Selon Ouali (2008), la présence de sels dissous entraîne une hausse de la viscosité en raison de l'augmentation du degré d'association.

##### 4.2.2.4. La pression sur la surface

Grâce à l'expérience de l'aiguille qui flotte à la surface de l'eau dans un verre, elle se forme rapidement. Les liaisons hydrogène provoquent également une tension superficielle qui entraîne la montée de l'eau dans un tube capillaire (Kemmer, 1984). Elle diminue lorsque la température augmente, tandis qu'elle augmente lorsque des sels dissous sont ajoutés (Degremont, 2005).

##### 4.2.2.5. Le magnésium (Mg<sup>2+</sup>)

Le magnésium se retrouve largement dans la nature et se trouve dans la majorité des eaux naturelles. Le magnésium joue un rôle essentiel dans la dureté de l'eau, mais il est également essentiel pour la croissance et la production de certaines hormones (Savary, 2010).

##### 4.2.2.6. Le sodium et le potassium (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>)

La concentration du sodium (Na<sup>+</sup>) dans l'eau peut varier d'une région à une autre. L'absorption de quantités relativement importantes de sodium ne présente aucun danger, à l'exception des patients atteints d'hypertension. Il n'y a pas de limite standard pour les quantités de sodium autorisées dans l'eau : Toutefois, les eaux excessivement chargées en sodium se transforment en saumâtres et acquièrent un goût désagréable. Le potassium (K<sup>+</sup>) se situe entre 10 et 15 mg/L dans les eaux naturelles. Au niveau de

cette concentration, le potassium ne cause aucun désavantage pour la santé des personnes. Selon Gasmi et Refice (2020), le seuil de perception gustative varie en fonction du consommateur et se trouve aux alentours de 40 mg /L pour les chlorures de potassium.

#### 4.2.2.7. Les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

Sont présents dans la plupart des eaux naturelles. L'oxydation des minerais de sulfites, la présence de schistes ou de déchets industriels sont des sources de composés sulfates. Le sulfate est l'un des composés principaux présents dans l'eau de pluie. La quantité d'ion sulfate présente dans les eaux naturelles varie considérablement. Selon Abibsi (2011), dans les terrains où il n'y a pas une quantité significative de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L. Cependant, ce niveau peut être considérablement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le contact avec la roche est prolongé.

#### 4.2.2.8. La Valeur de la température

La température de l'eau a un impact significatif sur la solubilité des sels et des substances. Selon (Rodier, 2009) Les réactions chimiques et biochimiques augmentent de manière significative lorsque la température augmente d'un facteur de 2 à 3 pour une augmentation de 10°C. À mesure que la température de l'eau augmente, l'activité métabolique des organismes aquatiques se renforce. Selon Dali et Bentaleb (2005), la valeur de ce paramètre est impactée à la fois par la température ambiante et par d'éventuels rejets d'eaux résiduelles chaudes.

#### 4.2.2.9. Le pH

La mesure du pH d'une solution, qui évalue l'acidité, est donnée par l'expression  $\text{pH} = -\log \text{H}^+$ , où ( $\text{H}^+$ ) correspond à l'activité de l'ion hydrogène  $\text{H}^+$  présent dans la solution. Le pH influence les équilibres physicochimiques. Il est associé à d'autres paramètres tels que la dureté, l'alcalinité et la température, et il se situe généralement entre 7,2 et 7,6 m. Néanmoins, dans certains cas. Il peut fluctuer entre 4 et 10 en fonction de l'acidité ou de la nature des terrains traversés. Des niveaux de pH bas Les métaux sous une forme ionique plus toxique augmentent le risque de présence dans l'eau dans le Chapitre I Généralités. Les concentrations d'ammoniac augmentent lorsque le pH est élevé, ce qui est toxique pour les poissons (Degremont, 2005).

#### 4.2.2.10. La conductivité électrique

À conduire Les particules chargées électriquement (ions) présentes dans l'eau pure sont peu conductrices du courant électrique, ce qui limite leur capacité à se déplacer dans un champ électrique. La conductivité peut être mesurée en microsiemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Pour évaluer la conductivité, il est nécessaire de plonger la sonde dans le milieu à analyser, de la

remuer Ensuite, il est recommandé de nettoyer les sondes avec de l'eau déminéralisée (Agrigon, 2000). La conductivité désigne la totale minéralisation de l'eau. Selon Rodier (1996), sa valeur fluctue en fonction de la température.

#### 4.2.2.11. La présence de turbidité

La turbidité permet d'évaluer l'aspect perturbé de l'eau. Il s'agit de diminuer la transparence d'un liquide en raison de la présence de substances non dissoutes. La présence de matières en suspension (MES), telles que les argiles et les limons, est responsable de cette situation dans les eaux. On peut également attribuer une faible part de la turbidité à la présence de substances colloïdales d'origine organique ou minérale. La turbidité est causée par la dispersion de la lumière qui se déplace dans toutes les directions. Ces particules sont suspendues dans l'eau. Précaution et légèrement, puis d'attendre que la lecture se stabilise. Qui propagent la luminosité. Selon Derwiche et al. (2010), leur origine peut être très variée : l'érosion des roches, l'infiltration de matières minérales ou organiques du sol, le déversement d'eaux usées domestiques ou industrielles contenant des matières en suspension grossières.

#### 4.2.2.12. La présence d'alcalinité

Dans l'eau naturelle, la présence d'hydrogencarbonate et d'hydroxydes de carbonate est principalement responsable de l'alcalinité. À la différence de l'acidité, l'alcalinité de l'eau. Les bases et les sels d'acide faible sont présents dans l'eau (Rodier et al, 2009). Et cela s'explique également par sa capacité à réagir avec les ions  $H^+$  en raison de la présence des composés alcalins  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$  et  $OH^-$ . Il existe deux catégories d'alcalinité :

La totalité de l'alcalinité (ou le titre alcalimétrique complet)

$$TAC = [OH^-] [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-]$$

\_ Niveau d'alcalinité composite (ou indice d'alcalinité)

$$TA = [OH^-] + (1/2) [CO_3^{2-}]$$

Il n'y a aucune réglementation européenne ni française en ce qui concerne l'alcalinité. La valeur de ce paramètre est cruciale car elle peut donner à l'eau une attitude agressive ou incrustante (Al-Rawajfeh et Al-Shamaileh, 2007).

#### 4.2.2.13. Les substances sulfatées

On les retrouve dans les eaux dues sous forme de sulfates de magnésium et ou calciques. Une forte collaboration peut les aider. Ils peuvent causer des problèmes gastro-intestinaux

(surtout chez les enfants), et ils peuvent également donner à l'eau un goût désagréable. Les réglementations américaines recommandent une concentration maximale acceptable de 200 mg /L pour les sulfates et une concentration maximale autorisée de 400 mg /L ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). L'OMS adopte également cette valeur de 400 mg / L, car une quantité supérieure à cette valeur rend l'eau inappropriée à la consommation (**Gasmi et Refice , 2020**) .

#### 4.2.2.14. Les résidus secs

Au cours de leur cheminement naturel, lorsqu'elles entrent en contact avec les sols Cet indicateur permet d'évaluer la quantité de minéraux collectés après l'évaporation d'un litre d'eau exposé à une température de 180°C. En d'autres mots, on mesure la quantité de métaux solides qui ont émergé après avoir chauffé 1 litre d'eau à une température de 180°C. Au fur et à mesure qu'une eau est minérale, son résidu sec augmente. Lorsque le niveau de minéraux dépasse 1 500 mg / L, on considère que l'eau est "complète en minéraux" (calcium, magnésium et/ou sodium). Si le taux de minéralisation de l'eau est compris entre 500 et 1 500 mg / L, il est moyennement élevé. En cas de baisse de 500 mg / L, il s'agit d'une eau minéralisée de faible intensité. Si la concentration est inférieure à 50 mg / L, cela signifie qu'elle est très peu minéralisée (**Rodier et al 1996**).

#### 4.2.2.15. La totale dureté de l'eau

La quantité totale d'eau est la quantité de calcium et de magnésium qui y est présente. Ces deux composés se combinent pour former le carbonate de calcium, car notre corps a besoin de calcium ( $\text{Ca}^+$ ) et de magnésium ( $\text{Mg}^+$ ). Les niveaux de calcium minimums sont recommandés dans certains pays (le taux minimum de calcium est de 20 mg/L). Le problème majeur d'une dureté totale élevée de l'eau est la formation de dépôts dans les conduits, ce qui peut les rendre moins efficaces. La dureté de l'eau peut également entraîner une diminution de l'efficacité des savons et des détergents, ainsi que des effets sur le goût de l'eau. Le chlore total est l'ensemble des composés chimiques contenant du chlore oxydé. D'une manière générale, il s'agit de la somme des concentrations de chlore libre et de chlore combiné d'eau. L'eau contient une quantité de chlore libre qui est un gaz dissous ( $\text{Cl}_2$ ), un acide hypochloreux ( $\text{HOCl}$ ) et/ou un ion hypochlorite ( $\text{OCl}^-$ ) qui n'est pas lié à l'ammoniac ni à d'autres composés. Il est très rare que le chlore libre soit présent dans les eaux de surface, car il est très réactif. Les composés organiques peuvent être associés au chlore libre afin de générer des formes halogénées telles que le chloroforme, qui jouent un rôle dans la qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface (**Centre d'information sur l'eau , 2024**).

#### 4.2.2.16. Chlore

Toutes les substances chimiques contenant du chlore à l'état oxydé sont appelées chlore complet. Ce terme est généralement utilisé pour désigner la somme du chlore libre et du chlore combiné présents dans l'eau.

L'eau contient une quantité de chlore libre qui est un gaz dissous ( $\text{Cl}_2$ ), un acide hypochloreux ( $\text{HOCl}$ ) et/ou un ion hypochlorite ( $\text{OCl}^-$ ) qui n'est pas lié à l'ammoniac ni à d'autres composés. Il est très rare que le chlore libre soit présent dans les eaux de surface, car il est très réactif. Les formes halogénées (chloroforme) sont formées par la combinaison du chlore libre avec des substances organiques, ce qui influence la qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface (**Le centre d'information sur l'eau, 2024**).

#### 4.2.2.17. Les nitrites et les nitrites

Les composés azotés les plus dangereux sont les nitrites ( $\text{NO}_3$ ) et les nitrites ( $\text{NO}_2$ ). Selon W. Ayad (2017), une forte concentration de nitrites témoigne d'une contamination bactérienne causée par l'oxydation de l'ammoniac. Ces substances peuvent causer des problèmes graves chez les nourrissons, entraîner une hypertension artérielle et être des précurseurs de nitrosamines cancérigènes. En taux d'hémoglobine.

#### 4.2.2.18. Plastique ou plomb

Selon Carocci et al. (2016), le plomb est un métal toxique présentant des risques cumulatifs. Il est présent en grande quantité et est largement répandu. On ne le retrouve jamais dans l'eau potable afin de garantir une bonne qualité de l'eau pour la population. Selon Morlot (1996 ; Douard et Lebental (2013) et Jumeni (2015), la présence de plomb dans le robinet est causée par l'oxydation des réseaux de distribution publics et privés, ainsi que par l'oxydation des alliages, des soudures et même des plastiques contenant du plomb.

#### 4.2.3. Les caractéristiques des bactéries

Il est important que l'eau ne renferme aucune bactérie ou virus susceptibles de provoquer une contamination bactériologique et de causer une épidémie. L'identification des bactéries implique la quête de germes aérobies, c'est-à-dire qui se développent en présence d'oxygène. Cette étude revêt une grande importance pour l'analyse de la préservation des nappes phréatiques. Selon la présence de coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux, il est possible que l'eau soit contaminée par des matières fécales. L'apparition d'autres coliformes, tels que les staphylocoques, suggère une contamination des fécales. Dans les deux situations, il est

nécessaire de prendre des mesures afin d'interdire la consommation d'eau ou de garantir son traitement\_Y.Bara.

#### **4.2.3.1. Les bactéries entérobactériennes**

##### **4.2.3.1.1. Tous les coliformes**

Les coliformes totaux sont un groupe de bactéries fréquemment présents dans l'environnement, comme le sol, la végétation ou l'eau, ainsi que dans les intestins des mammifères, y compris l'homme. Les coliformes totaux ne sont généralement pas responsables de maladies, mais leur présence indique qu'une source d'eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles<sup>WS1</sup>. Les coliformes totaux sont des bactéries homéothermes qui se trouvent dans l'intestin des animaux. Ce groupe bactérien est utilisé pour évaluer la qualité microbienne de l'eau, car il contient de nombreuses bactéries fécales, comme l'*Escherichia coli* (*E. coli*).<sup>WS2</sup>

##### **4.2.3.1.2. Les coliformes thermo-tolérants**

Sont les suivants :

Les coliformes thermo-tolérants proviennent de l'intestin et des excréments humains et d'animaux sains. Les bactéries qui sont considérées comme pathogènes représentent un danger important pour la santé humaine et animale. Le coliforme *Escherichia coli* est une espèce de bactéries de ce genre. La consommation d'eau contaminée par des coliformes fécaux peut entraîner des maladies très graves et, dans certains cas, la mort. W.Ziaya, N.Atamenia.

##### **\**Escherichia-coli* :**

*Escherichia-coli* est un coliforme thermotolérant, aérobie et parfois anaérobie, qui vit dans le gros intestin, chez l'homme et les animaux à sang chaud. Cette présence dans l'eau laisse entendre non seulement une contamination récente par des substances fécales, mais aussi la présence de bactéries, de virus et de protozoaires pathogènes. N.Saaidia, W.Bouridi, S.Fardjallah.

##### **4.2.3.2. Les streptocoques du groupe D**

Les streptocoques du groupe D sont :

Ces bactéries appartiennent à la famille des Streptococcaceae, au genre *Streptococcus* et au groupe sérologique « D » de Lancefield. Ils sont définis comme des cocci sphériques, un peu ovales, avec un Gram positif. Les formes les plus fréquentes sont les diplocoques ou les

chaînettes, qui se développent à une température optimale de 37°C et qui ont une forme homoférentaire avec une production d'acide lactique sans gaz. (Murray, P.R., Rosenthal, K.S., et Pfaller, M.A., 2021).

#### 4.2.3.3. Clostridium sulfito-réducteurs

L'un des indicateurs de qualité qui évaluent le bon fonctionnement des installations de production et de distribution d'eau provenant de la surface est la présence de bactéries qui réduisent les sulfites. Ces bactéries anaérobies produisant du sulfite sont recherchées à l'aide de méthodes standardisées. Il sera nécessaire de vérifier si les colonies habituelles développées sont constituées de spores de Clostridium sulfito-réducteurs (**Lindsay, J.A., et Harman, P.E. 2005**).

### 5. la pollution des eaux

L'eau peut être polluée ou contaminée lorsque ses propriétés physiques, chimiques et biologiques sont altérées par des déversements, des rejets, des dépôts directs ou indirects de substances étrangères ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques et les déchets industriels (**Tekfi, 2006**).

La pollution résulte de toute substance physique, chimique ou biologique qui est rejetée dans une eau naturelle, perturbant ainsi son équilibre et entraînant des nuisances importantes (mauvaise odeur, fermentation, inconforts divers, risques sanitaires, etc.). Ces nuisances ont des répercussions à court ou à long terme sur notre organisme à travers la chaîne alimentaire de laquelle nous vivons (**LADJEL F., 2006**).

#### 5.1. Classification des polluants

Il y a différentes façons de classer la pollution. En fonction du type de polluant, la pollution peut être répertoriée en :

##### 5.1.1. Polluants chimiques

On peut définir la pollution chimique comme la présence de substances dissoutes indésirables ou nuisibles. Il s'agit de corps sans vie qui peuvent causer des dommages à l'être humain. L'eau renferme inévitablement des substances chimiques. Lorsqu'ils dépassent les normes ou qu'ils se manifestent là où ils ne devraient pas, cela entraîne la pollution. (**Langevin J., Lefebvre R., Toutant C., 2000**).

### 5.1.2. Polluants biologiques

Selon Oubagha (2011), la pollution est causée par des micro-organismes tels que les bactéries, les virus, les parasites, les champignons et les efflorescences planctoniques.

### 5.1.3. Organismes libres

Le plancton, les macro-invertébrés et les micro-organismes sont les principaux organismes libres présents dans l'eau.

Ces derniers sont classés en:

\_ Organismes présents dans les eaux de surface.

\_ Organismes présents dans les eaux propres.

\_ Micro-organismes qui sont à l'origine de certains saveurs et odeurs. (**Langevin, J., Lefebvre, R., et Toutant, C. 2000**).

### 5.1.4. Les protozoaires

La dysenterie amibienne est causée par l'espèce pathogène la plus courante en Afrique subtropicale, l'*Entamoebahistoltyca* (**Garcia, L.S, 2007**).

### 5.1.5. Les bactéries

Il est possible que certaines espèces bactériennes, habituellement absentes dans l'intestin d'une personne en bonne santé, se produisent de manière intermittente et en quantités variables en fonction du lieu et de l'état de santé de la population en question. La majorité des maladies infectieuses en Afrique subtropicale sont causées par ces bactéries pathogènes, ou potentiellement pathogènes, telles que le choléra, la fièvre typhoïde, la dysenterie, la gastro-entérite, les maladies diarrhéiques, et bien d'autres encore.

En général, les bactéries pathogènes se propagent à l'homme par voie digestive suite à la consommation d'eau ou d'aliments contaminés, ce qui contribue de manière significative à la pollution biologique de la nappe phréatique provenant d'une latrine. Le colmatage des filtres est causé par des micro-organismes. (**Murray, P.R., Rosenthal, K.S., et Pfaller, M.A. 2021**).

### 5.1.6. Les virus

Plusieurs virus ont la capacité d'infecter une personne et de se propager à de nouveaux hôtes à travers les fèces du système digestif. On peut trouver jusqu'à 10<sup>9</sup> particules virales infectieuses dans un gramme de fèces.

Cinq catégories de virus pathogènes jouent un rôle crucial dans la santé et sont à l'origine de maladies comme la poliomyélite, la méningite, l'hépatite infectieuse, et bien d'autres encore. (Gasmi W., et Refice M., 2020).

#### 5.1.7. Polluants radioactifs

La contamination de l'eau par des substances radioactives est devenue un enjeu de plus en plus préoccupant, dont la principale origine réside dans les rejets d'éléments radioactifs issus des explosions d'armes nucléaires, les déchets des usines utilisant l'énergie atomique et l'utilisation des isotopes radioactifs dans la médecine, l'industrie et différentes branches de l'activité civile. (Tardat-Henry, 1984).

#### 5.1.8. Pollution physique

Ce genre de pollution est évoqué lorsque le milieu pollué subit des modifications dans sa structure physique par différents éléments. La pollution mécanique comprend les effluents solides, la pollution thermique (les usines qui réchauffent l'eau) et la pollution nucléaire (les radioéléments provenant des explosions d'armes nucléaires, des résidus des usines atomiques et des accidents nucléaires). (Merouani et Bouguedah, 2013).

### 5.2. Source de pollution des eaux

*L'industrie* : Le progrès réalisé par l'industrie a été considérable pour l'humanité dans tous les domaines. Cependant, depuis quelques années, il est de plus en plus évident que le développement industriel non contrôlé a des conséquences néfastes, notamment la production de diverses formes de pollution qui peuvent mettre en péril la santé des populations et perturber l'équilibre naturel. (Degrement, 1984).

*L'agriculture* : Les cultures sont protégées en utilisant des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires. Lorsqu'ils sont utilisés en quantité excessive, ces produits peuvent être toxiques et contaminer les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration pendant les périodes de pluie. (Boudoukha, 1998).

*Pollution domestique* : En général, on parle de pollution domestique lorsque les eaux usées domestiques, les déchets ménagers et les matières fécales contribuent à la pollution du milieu qui les reçoit. (Roques, 1979).

### 5.3. Conséquences de la pollution

En règle générale, les eaux usées urbaines et industrielles renferment des substances sous diverses formes (colloïdales, en solution et en suspension) et en quantités variées, ce qui représente des dangers variés pour l'environnement ou l'utilisateur. Les effets de la pollution des eaux sont exposés dans le tableau 1.

**Tableau 1 : Les risques de la pollution de l'eau (Vilagines, 2003).**

<p>Risque pour la santé de l'homme</p>	<p>Maladies hydriques par:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Contamination bactérienne: salmonelloses, Leptospirose.</li> <li>-Contamination virale: poliomyélites, hépatite A.</li> <li>-Protozoaires: dysenterie amibienne, giardiases.</li> <li>-Helminthes: vers parasites intestinaux.</li> </ul> <p>Maladies liées à la présence d'éléments Toxiques pour l'homme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Par micropolluants organiques (détergents, Pesticides, composés cycliques d'huiles lourds où Goudron).</li> <li>-Par substances minérales de types métaux lourds (Plomb, mercure et le chrome).</li> </ul>
<p>Risques pour les êtres vivants dans le biotope (milieu de rejet).</p>	<p>Maladies par contamination virales et Bactériennes.</p> <p>Atteint par effet toxique d'éléments Agissants seuls ou en synergie (micropolluants organiques, minéraux, Substances radio- actives).</p>
<p>Risque de dégradation des écosystèmes aquatiques.</p>	<p>Ces risques sont liés à la modification de certains paramètres:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Physiques tel températures, turbidités...</li> <li>-Physico-chimiques tels nutriments (azotes et Phosphores) facteurs d'eutrophisation.</li> </ul>

Risque d'accroissement des difficultés des coûts pour la correction des eaux prélevées.	Ces difficultés peuvent être rencontrées pour corriger les eaux lorsque les contraintes économiques ne permettent pas d'instaurer les développements des techniques d'installation, on peut si l'on ne parvient pas à réduire les flux rejetés, retrouver les risques pour la santé de l'homme.
---	---

## 6. Normes et classes de qualité des eaux superficielles

La norme NA 6360-1992 en Algérie est basée sur les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) concernant les eaux, ainsi que sur les directives de la Communauté économique européenne (CEE). La qualité des eaux varie considérablement au fil du temps et de l'espace, et elle est également influencée par divers facteurs. Pour mieux appréhender l'état global d'une eau de surface et pouvoir observer son évolution dans le temps.

*Tableau 2 : Normes OMS (2006) et Algériennes (JORA 2014) des paramètres physico-chimiques pour les eaux de surface*

Substances	Unité	Normes OMS (2006)	Normes Algériennes (JORA 2014)
<b>Température</b>	°C	25	<b>25</b>
<b>Alcalinité</b>	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	500	<b>500</b>
<b>Calcium</b>	mg/l	100	<b>200</b>
<b>Chlorure</b>	mg/l	250	<b>500</b>
<b>Concentration en ions hydrogène</b>	Unité de pH	6,5 -9,5	<b>≤ 6,5 et ≤ 9</b>
<b>Dureté</b>	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	200	<b>200</b>
<b>Conductivité à 20°C</b>	µS/cm	--	<b>2800</b>
<b>Couleur</b>	mg/l Platine	--	<b>15</b>
<b>Odeur 12°C</b>	Taux dilution	--	<b>4</b>
<b>Saveur 25°C</b>	Taux dilution	--	<b>4</b>
<b>Turbidité</b>	NTU	5	<b>5</b>
<b>Manganèse</b>	µg/l	40	<b>50</b>
<b>Nitrate</b>	mg/l	50	<b>50</b>
<b>Nitrite</b>	mg/l	0.2	<b>0.2</b>
<b>Oxydabilité</b>	mg/l	--	<b>5</b>
<b>Sulfates</b>	mg/l	400	<b>500</b>
<b>Résidu sec</b>	mg/l	1500	<b>1500</b>
<b>Magnésium</b>	mg/l	/	<b>150</b>

<b>TAC</b>	mg/l	<15	<b>&lt;500</b>
<b>TA</b>	mg/l	<15	<b>&lt;5</b>
<b>O<sub>2</sub></b>	mg/l	--	<b>&lt;8</b>
<b>TDS</b>	mg/l	--	<b>1904</b>
<b>Salinité</b>	%	--	<b>6.8</b>
<b>Ammonium</b>	mg/l	0.5	<b>0.5</b>

**CHAPITRE II :**  
*Matériels Et*  
*Méthodes*



## II .Matériels Et Méthodes

Le chapitre a pour objectif de présenter les régions d'étude ainsi que le matériel et les méthodes d'analyse utilisées pour examiner la qualité physico-chimique de l'eau dans la région : commune de Hammam Dhalâa, wilaya de M'sila. Nous avons effectué des essais de caractérisation dans le laboratoire d'analyse et contrôle de qualité de l'eau du laboratoire de l'ADE (Algérienne Des Eaux), et Hodna Lait, dans la wilaya de M'sila.

### 1. Présentation de la zone d'étude " Hammam Dhalâa" :

La commune de Hammam Dhalâa est située dans la wilaya de M'sila, dans le nord-est de l'Algérie. Elle est située à environ 100 km au sud de la ville de M'sila et à 250 km au sud-est d'Alger. La commune est bordée par les communes : M'sila dans le nord, Debil nord-est, Bouzina à l'est et Djebel Messaoud dans le sud. Sa superficie est estimée 248km<sup>2</sup>. Le Relief de la commune est constitué de montagne, de plateaux et de vallées. Le Djebel Messaoud est le sommet de la commune, avec une altitude de 1 325 mètres. La commune est drainée par l'oued M'sila et l'oued Debil notamment. (Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales, Algérie. (2021)).

Notre étude s'est concentrée sur les paramètres de l'eau de (12) sources dans la région : commune de Hammam Dhalâa

Les sources étudiées sont : Ain Mazer \_ El Ach \_ Ain El Mendjeh \_ Ain El Kerma ( Ifri ) \_ Fontaine de Thafassoun \_ Ighrem \_ Ouled Sidi Amar ( Hourane ) \_ Giraoua \_ Charchour\_ Toussfira\_ Hammam Mohamed Saleh Herizi \_ Hammam El Khrabcha .

#### 1.1. Les paramètres physico-chimiques

Toutes les sources étudiées présentaient des niveaux de température, de pH, de conductivité électrique et de turbidité dans des limites acceptables, ce qui témoigne d'une stabilité générale de ces caractéristiques.

#### 1.2. Les paramètres bactériologiques

Dans les sources d'eau étudiées, on constatait que les coliformes totaux, Escherichia coli, les entérocoques et les bactéries sulfite-réductrices étaient tous absents ou présents à des niveaux minimes. Cela suggère que l'eau provenant de ces sources est conforme aux normes bactériologiques en Algérie.

### 1.3. Les paramètres ioniques

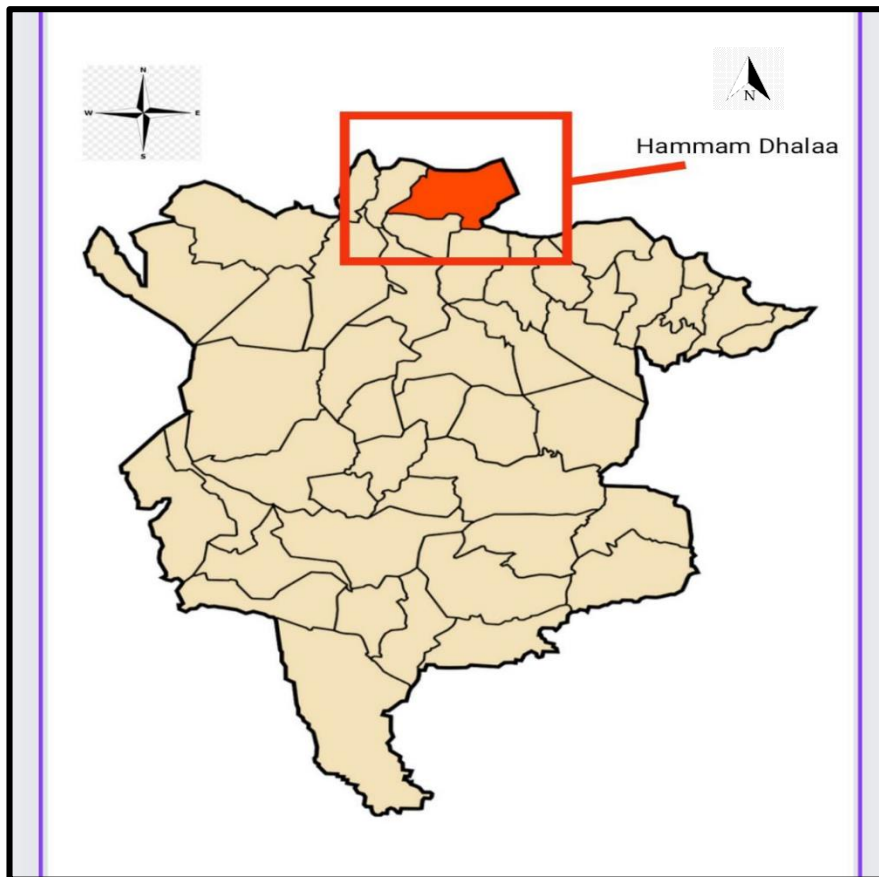
Les sources étudiées présentaient des niveaux de fluorures, de cyanures, de bromures et de sulfures d'hydrogène qui étaient tous inférieurs aux limites établies par les normes algériennes. Cela signifie qu'il n'y a pas ou qu'il y a peu de ces composés chimiques indésirables dans l'eau.

### 1.4. Les paramètres organoleptiques

Sont les sens qui évaluent la qualité de l'eau, notamment la vue, le goût et l'odorat. Toutes les sources d'eau étudiées respectaient généralement les normes algériennes.

### 1.5. Les paramètres de minéralisation globale

Pour toutes les sources d'eau étudiées, les taux de calcium, de magnésium, de dureté totale, de sodium, de potassium, de chlorures, de sulfates, de nitrates et de bicarbonates respectaient généralement les normes algériennes, avec quelques différences spécifiques pour chaque paramètre et source.



*Figure 3 : Carte de Localisation géographique de la commune de Hammam Dhalaa de M'sila*

## **2. Les caractéristiques climatiques de la commune de Hammam Dhalâa, Wilaya de M'sila**

### **2.1. Les Reliefs**

Hammam Dhalâa possède un relief accidenté et diversifié, dominé par des montagnes et des vallées.

Dans une région montagneuse, Hammam Dhalâa se trouve. Le Djebel Messaoud est le point culminant de commune, avec une altitude de 1325 mètres. Sur le territoire de la commune, il existe également d'autres massifs montagneux. Les plateaux se situent entre les montagnes, offrant des terrains plutôt plats et élevés. Ces plateaux ont la capacité de faire office de pâturages et des cultures.

Des vallées ont été creusées dans le paysage de Hammam Dhalâa par des cours d'eau tels que l'oued M'sila et l'oued Bouzina. On peut trouver dans ces vallées des terres arables fertiles et des zones humides. Ces reliefs se combinent pour former un paysage pittoresque et accidenté qui ajouté à la splendeur naturelle de la commune de Hammam Dhalâa. (Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales, Algérie. (2021)).

### **2.2. Climat**

Selon la classification de Köppen-Geiger, Hammam Dhalâa bénéficie d'un climat tempéré méditerranéen à été chaud et sec, et hivers froids et humide. (Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales, Algérie. (2021) ).

### **2.3. Pluviométrie**

Hammam Dhalâa est caractérisé par des précipitation faibles et concentrées en hiver. En moyenne, il ne tombe que 1481mm de pluie par an à Hammam Dhalâa.

- Saison des pluies : La saison des pluies s'étend d'Octobre à Avril, avec les mois les plus pluvieux étant Décembre, Janvier et Février. Durant ces mois, les précipitations peuvent atteindre 30mm à 40mm par mois.
- Saison sèche : La saison sèche s'étend de Mai à Septembre, avec des précipitations très faibles, voire nulles. (Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales, Algérie. (2021)).

### **2.4. Température**

\_ Moyenne annuelle : 20.5c°

Les températures sont chaudes et sèches, avec des moyennes mensuelles qui dépassent souvent 30c°, notamment en Juillet et Août. On observe parfois des températures maximales pouvant atteindre 40c°.

La saison estivale est douce et humide, avec des températures mensuelles moyennes d'environ 10c°. Rares sont les gelées. (Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales, Algérie. (2021)).

### **2.5.Vent**

En moyenne, la vitesse du vent à Hammam Dhalâa est de 8 km/h. (Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales, Algérie. (2021)).

### **2.6.Population**

La superficie de la commune de Hammam Dhalaa est d'environ 16 595 hectares, ce qui lui confère une variété de paysages, tels que des zones forestières, agricoles et pastorales. La population de la commune est de 14 397 habitants. La population active de Hammam Dhalaa se rend chaque jour dans la wilaya de M'sila et, dans une moindre mesure, dans d'autres wilayas pour trouver des emplois dans les zones industrielles. La population est également engagée dans des activités commerciales et artisanales.

La troisième et la quatrième place en termes d'importance économique pour la population locale sont l'agriculture saisonnière et le secteur de l'administration services . La répartition par tranche d'âge de la population met en évidence une dominance de la jeunesse, avec plus de la moitié des habitants ayant moins de 25 ans(%64,64) . Par contre, les personnes de plus de 60 ans ne représentent que 5,47 % de l'ensemble de la population. Hammam Dhalaa se distingue par ses ressources naturelles, telles que ses forêts et ses sources d'eau. Il y a aussi un patrimoine culturel et historique riche dans la région, avec des sites archéologiques et des villages traditionnels. L'activité touristique est en plein essor sur la commune, attirée par les paysages pittoresques et les activités en plein air proposées.

Le chômage, la pauvreté et l'exode rural sont des défis majeurs pour la commune de Hammam Dhalaa. La commune peut bénéficier de perspectives de développement prometteuses en favorisant l'agriculture durable, l'artisanat et le tourisme rural. L'avenir de Hammam Dhalaa repose également sur la préservation des ressources naturelles et la mise en valeur du patrimoine culturel. (Office National des Statistiques (ONS), Algérie. (2021)).

### 3. Les Reseaux Hydrographiques

La commune de Hammam Dalaa dispose d'un réseau hydrographique relativement dense et diversifié, comprenant des cours d'eau, des sources et des nappes phréatiques. Les cours d'eau principaux sont l'oued M'Sila et l'oued Bouzina, qui traversent la commune et contribuent à l'irrigation des terres agricoles et à l'approvisionnement en eau potable. De nombreuses sources naturelles jaillissent des montagnes et des plateaux, fournissant une eau de qualité aux populations locales et alimentant les cours d'eau. Le sous-sol de la commune recèle également des nappes phréatiques d'eau douce, exploitées pour l'irrigation et l'approvisionnement en eau potable. (**Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), 2020**).

### 4. Échantillonnage

Les analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau dans la commune de Hammam Dhalaa, plus précisément à les 12 région d'étude, sont l'objet de cette étude expérimentale. Le laboration d'analyse et de suivi de la qualité de l'eau des Eaux liquéfiés Algériennes a été utilisé pour effectuer les analyses. L'étude de la qualité de l'eau comporte trois étapes : collecte et échantillonnage, analyse et interprétation des résultats. Pour mener cette étude, nous avons choisi, comme mentionné précédemment, 12 points d'eau : Ain Mazer \_ El Ach \_ Ain El Mendjeh \_ Ain El Kerma ( Ifri ) \_ Ain Thafassoun \_ Ighrem \_ Ouled Sidi Amar ( Hourane ) \_ Giraoua \_ Charchour \_ Toussfira \_ Hammam Mohamed Saleh Herizi \_ Hammam El Khrabcha , ainsi que une (01) source d'eau qui n'ont pas de noms portant le numéro 08. En analysant les paramètres de l'eau de ces sources.



*Figure 4: El Ach (photo original 2024)*



*Figure 5: Ain El Mendjeh (photo original 2024)*



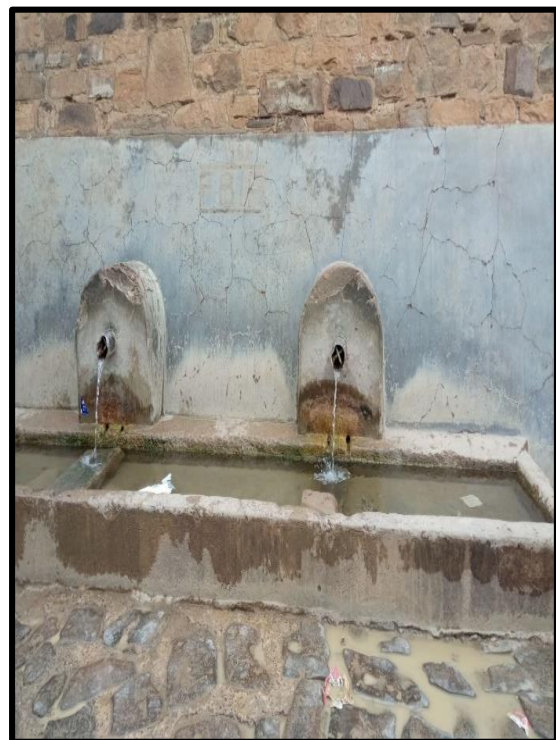
*Figure 7 : Ain El Kerma (Ifri) (photo original 2024)*



*Figure 6 : Ain Thafassoun (photo original 2024)*



*Figure 8 : Ouled Sidi Amar (Hourane ) (photo original 2024)*



*Figure 9 : Ain Mazer (photo original 2024)*



Figure 11 : Giraoua (photo original 2024)



Figure 10 : Charchour (photo original 2024)



Figure 12 : Hammam Mohamed Saleh Herizi (photo original 2024)



Figure 13 : Hammam El Khrabcha (photo original 2024)

## 5. Mode de prélèvement

On recueille les échantillons d'eau dans des bouteilles en plastique et des bouteilles en verre spécialement conçues pour les analyses physico-chimiques. Avant d'être prélevées, les bouteilles sont minutieusement nettoyées et identifiées à l'avance. Chaque bouteille est marquée avec la date, l'heure et le lieu de prélèvement. On rince les bouteilles sur le site deux à trois fois avec l'eau à analyser, puis on les recouvre d'eau prélevée.

Pendant la période de prélèvement, toutes les précautions sont prises pour éviter toute altération des caractéristiques des échantillons, telles que la teneur en gaz, les composés volatils dissous ou la contamination. Le transport des échantillons est minimisé jusqu'à ce qu'ils arrivent

au laboratoire. En outre, il est nécessaire de maintenir les échantillons à une température comprise entre 3°C et 5°C pour assurer leur intégrité.

## 6. Les caractéristiques physico-chimiques étudiées

Tableau 3 : Caractéristiques physico-chimiques étudiées

Lieu d'analyse	Paramètres effectués	Nature de la méthode
<b>Analyse in situ (Paramètres physiques)</b>	pH	Thermomètre
<b>Analyse in vitro (Paramètres chimiques)</b>	Dureté, Azote ammoniacal, (Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> ), TAC, TA, sulfates, chlorures, Nitrites, Température, conductivité électrique, Turbidité et Oxygène dissous.	Méthode spectrométrique Méthode titrimétrique à l'EDTA Méthode électrométrique avec électrode combinée.

## 7. Méthodes analyses physico-chimique

Pour réaliser cette étude, nous avons prélevé 08 échantillons d'eau provenant de 08 sources différentes et les avons placés dans des bouteilles en plastique de 1 litre et des bouteilles en verre pour une analyse physico-chimique et bactériologique de la zone HAMMAM EL DHALAA , Tous flacons d'échantillonnage sont clairement identifiés et accompagnés d'informations suffisantes concernant la nature de l'échantillon et les raisons pour lesquelles l'examen est effectué et transporté dans une glacière avec un délai maximum de 24 heures avant l'analyse. Les caractéristiques physico-chimiques ont été établies selon les normes Algérienne.

## 7.1. Analyses physico-chimiques

### 7.1.1. Mesure de la température

#### 7.1.1.1.Principe

On utilise un thermomètre pour mesurer la température. L'échantillon est placé dans la sonde du thermomètre et la température est mesurée en degrés Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) une fois que la température s'est stabilisée.

#### 7.1.1.2. Mode opératoire

Nous avons pris le thermomètre après avoir vérifié qu'il fonctionnait, puis l'avons bien lavé avec de l'eau distillée, puis avons placé le thermomètre dans la source d'eau, puis nous avons lu et enregistré la température enregistrée sur le thermomètre après la stabilisation.

#### 7.1.1.3. Appareil



*Figure 14: Appareil thermometre*

#### 7.1.1.4. Expression des résultats

Les mesures de température sont exprimées en degrés Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Veillez à noter la valeur exacte indiquée par le thermomètre une fois que la température s'est stabilisée. Assurez-vous également de prendre en compte la résolution du thermomètre, qui détermine le plus petit changement de température qu'il peut détecter avec précision.

### 7.1.2. Détermination du pH

#### 7.1.2.1. Principe

La méthode est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre. Le pH-mètre est un voltmètre un peu particulier qui se caractérise par une très grande impédance d'entrée en raison de la forte résistance présentée par l'électrode de mesure.

#### 7.1.2.2. Mode opératoire

Tout d'abord, nous avons lavé l'électrode avec de l'eau distillée, puis nous l'avons lavé plusieurs fois avec des échantillons d'eau avant chaque utilisation, ensuite nous avons placé l'électrode dans l'eau pour l'analyser, puis laissé l'éclipse jusqu'à ce qu'elle s'arrête pendant quelques secondes, et nous lisons les résultats et les enregistrons.

#### 7.1.2.3. Appareil



*Figure 15: Appareil multiparameter (photo original 2024)*

#### 7.1.2.4. Expression de

La lecture est réalisée une fois que la valeur de pH est stabilisée. Les mesures sont exprimées en unités de PH, à une température de 20°C.

### 7.1.3. Détermination de la Turbidité

La turbidité est la diminution de la transparence d'un liquide en raison de la présence de matière non dissoute. Un turbidimètre optique est utilisé pour mesurer la turbidité en utilisant l'effet Tyndall ou l'opacimétrie. Notre recherche se base sur l'utilisation d'un spectrophotomètre HACH 2100.

### 7.1.3.1. Principe

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

### 7.1.3.2. Appareillage : HACH 2100N

-Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm de diamètre.



*Figure 16: Appareil turbidimetre ( photo original 2024)*

### 7.1.3.3. Mode opératoire

Dans cette expérience, on utilise un turbidimètre optique pour évaluer la turbidité en se basant sur l'effet Tyndall ou l'opacimétrie. Nous utilisons un spectrophotomètre HACH 2100 pour notre étude.

Nous avons fait le plein dans une cuvette de mesure propre et nous avons bien essuyé avec du papier hygiénique et avec l'échantillon à analyser bien homogénéiser et effectuer rapidement la mesure, nous regardons et vérifions si c'était l'absence de bulle d'air avant la mesure.

### 7.1.3.4. Expression des résultats

Le résultat final est obtenu par lecture directe sur l'appareil en NTU (unités de turbidité). On peut également choisir une valeur de référence, par exemple 20 NTU, pour vérifier la bonne calibration de l'appareillage.

### 7.1.4. Détermination de la conductivité et TDS

La conductivité électrique d'une eau représente la capacité d'une eau à transporter de l'électricité. On l'exprime en Siemens par mètre (S/mètre). En général, nous employons la conductivité électrique en microsiemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) dans notre étude. On utilise également la résistivité électrique, symbolisée en  $\Omega\text{-cm}$ , et elle est inversement liée à la conductivité (Résistivité ( $\Omega\text{-cm}$ ) = 100000 / Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )).

#### 7.1.4.1.Principe

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles.

Si R est la résistance de la colonne d'eau en ohms.

S sa section en  $\text{cm}^2$  et l sa longueur en cm.

La résistivité électrique en ohms. cm est

$$P = R \frac{S}{l}$$

La conductivité électrique en S / cm est :

$$V = \frac{1}{P} = \frac{1}{R} \cdot \frac{l}{S}$$

$\frac{l}{S}$  Est appelé constante de l'élément de mesure

#### 7.1.4.2.Mode opératoire

Tout d'abord, avant l'utilisation, il est important de s'assurer que la verrerie utilisée est propre et de la rincer à l'eau distillée. Nous avons également rincé la cellule de conduction plusieurs fois, d'abord à l'eau, l'avons distillée, puis l'avons immergée dans l'échantillon pour être mesuré. Il faut mesurer en Un deuxième récipient, pour assurer la présence d'électrodes de platine dans l'eau.

Nous avons utilisé un bar magnétique, nous avons déplacé le liquide nécessaire pour que le foyer ionien entre les électrodes soit équivalent au milieu du liquide océanique. En outre, ce renvers permet de retirer les bulles d'air sur les électrodes. Nous mettons la mesure de la température dès que possible dans la cellule de mesure. Il n'y a pas de température du moteur de la mesure. Dans le dernier et général dans le processus de la conductivité du CND (DDS),

on convertit la mesure de la conductivité en TDS en utilisant une équation spécifique ou le facteur de conversion correct.

#### 7.1.4.3.Appareil

Conductimètre.



Figure 17: Appareil conductimètre

#### 7.1.4.4.Exploitation des résultats

Les résultats de la conductivité électrique sont exprimés en microsiemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Ces valeurs peuvent être utilisées pour évaluer la salinité de l'eau, sa concentration en sels dissous et sa conductivité électrique globale.

#### 7.1.5. Détermination Dureté

La méthode de dureté totale par titrimétrie à l'EDTA permet de mesurer rapidement les ions calcium et magnésium, avec quelques précautions, elle convient à la plupart des variations d'eau.

##### 7.1.5.1.Principe

La concentration en calcium et en magnésium dissous est déterminée par la dureté totale. Le sel di sodique de l'Acide Éthylène Diamine tétra acétique (EDTA) entraîne la formation d'un complexe de type chélate avec les alcalino-terreux présents dans l'eau.

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

$$TH = 1000 * [(C * V1)/V2](4) \dots\dots\dots$$

:C'est le titre hydrométrique en mg/l

C : Concentration en milliéquivalent par litre d'EDTA

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

V2 : Volume d'échantillon.

#### **7.1.5.2. Mode opératoire**

Préparation de l'échantillon : J'ai filtré l'échantillon pour éliminer les particules en suspension. Si nécessaire, j'ai ajusté le pH à l'aide d'une solution tampon pH = 10.

Préparation de la solution de titrage : J'ai préparé une solution d'EDTA de concentration connue en dissolvant une quantité précise dans de l'eau distillée.

Titration:

1. J'ai mesuré avec précision 25 mL de l'échantillon à l'aide d'une pipette et je l'ai placé dans un erlenmeyer.

2. J'ai ajouté quelques gouttes de l'indicateur de complexation.

3. J'ai commencé à verser la solution d'EDTA de la burette dans l'erlenmeyer tout en agitant doucement. L'indicateur a changé de couleur au début de la réaction de complexation.

4. J'ai continué à ajouter la solution d'EDTA jusqu'à ce que la couleur de l'indicateur change de manière permanente, indiquant que la réaction de complexation est complète.

Lecture des volumes:

1. J'ai noté le volume de solution d'EDTA utilisé (V1) à partir de la burette.

2. J'ai noté le volume d'échantillon utilisé (V2) à partir de la pipette jaugée.

#### **7.1.5.3. Expression des résultats**

La dureté globale, mesurée en mg/L de CaCO<sub>3</sub>, permet de mesurer la quantité d'ions calcium et magnésium dissous dans l'eau. L'augmentation de la dureté peut causer des difficultés d'entartrage et d'incrustation dans les installations et les appareils. Les valeurs de référence pour la dureté de l'eau diffèrent en fonction de l'usage prévu de l'eau (eau potable, eau d'industrie).

On utilise fréquemment la titrimétrie à l'EDTA pour évaluer la dureté totale de l'eau en raison de sa simplicité et de sa précision.

## 7.2. Analyses chimiques

### 7.2.1. Détermination de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

#### 7.2.1.1. Principe

Analyse spectrométrique de la substance bleue produite par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite contenant du nitroprussiate de sodium.

#### 7.2.1.2. Mode opératoire

Nous avons d'abord pris 40 ml d'eau de l'échantillon, puis ajouté 4 ml de 1 réactif. (Acide dichloroisocynurique, Hydroxyde de sodium,  $\text{H}_2\text{O}$  distillée) Ensuite, nous avons ajouté 4 ml de solvant 2. (Trictrate de sodium, Salicylate de sodium, Nitropruciate de sodium,  $\text{H}_2\text{O}$  distillée) Ajouter 50 ml d'eau bouillante, puis attendre 1h30.

\*L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de:  $\text{NH}_4^+$

#### 7.2.1.3. Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.

$\lambda = 655 \text{ nm}$ .

### 7.2.2. Détermination des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

#### 7.2.2.1. Mode opératoire

Nous avons d'abord pris 50 ml d'eau de l'échantillon, puis nous avons versé 1 ml de la réactif (Sulfanilamide, Acide phosphorique, N\_1\_ Naphtyl éthylène diamine,  $\text{H}_2\text{O}$  distillée).

\* L'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$

= 543 nm.

Mesurer l'absorbance de la solution obtenue à l'aide d'un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 543 nm.

## 7.2.2.2.Appareil



Figure 18 : Appareil de spectrophotomètre

## 7.2.2.3. Expression des résultats

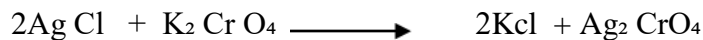
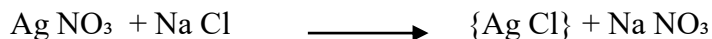
Les résultats de la mesure sont exprimés directement en milligrammes par litre (mg/l) selon la méthode décrite par Rodier en 1984.

7.2.3. Détermination des chlorures (Cl<sup>-</sup>)

## 7.2.3.1. Principe

On fait agir en milieu neutre, pH = 6.7 ou 7, une solution à titrer de nitrate d'argent sur une prise d'essai connue de solution titrée de chlorure de sodium .

La réaction se fait en présence de chromate de potassium.



## 7.2.3.2.Mode opératoire

Nous avons d'abord pris 5 ml d'eau de l'échantillon, puis ajouté 2 gouttes de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (coloration jaunâtre). Nous Titrer avec Ag NO<sub>3</sub> à 0,01 N jusqu'à coloration brunâtre.

## 7.2.3.3.Expression des résultats

La concentration en chlorures (Cl<sup>-</sup>) exprimée en milligrammes par litre (mg/l) est calculée à l'aide de la formule suivante : [Cl<sup>-</sup>] (mg/l) = (V \* N \* M \* 1000) / (PE \* F)

où:

[Cl<sup>-</sup>] est la concentration en milligrammes par litre de chlorure,

V est le volume en ml de la solution de nitrate d'argent utilisée pour titrer l'échantillon,

N est la normalité de la solution de nitrate d'argent,

M est la masse de chlorures,

PE est la prise d'essai,

F est le facteur lié au réactif utilisé

#### **7.2.4. Détermination de l'alcalinité (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

##### **7.2.4.1.Principe**

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

##### **7.2.4.2.Appareil**

Électrode de pH



*Figure 19 : Électrode de pH mètre*

### 7.2.4.3. Mode opératoire

Nous avons 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 4,4.

### 7.2.4.4. Expression des résultats

$$F.G : (VA \times NA \times MCO_3^- \times 100) / PE = (VA \times 0.1 \times 61 \times 1000) / 100$$

$$F.S : VA1 \times 61 = \text{mg/l } HCO_3^-$$

VA : Volume d'acide versé.

NA : normalité d'acide versé.

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

P.E : prise d'essai.

## 7.2.5. Détermination du calcium (Ca<sup>2+</sup>) et du magnésium (Mg<sup>2+</sup>)

### 7.2.5.1. Principe

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T. A à pH compris entre 12 - 13. Ce dosage se fait en présence de MUREXIDE. L'E.D.T. A réagit tout d'abord avec les ions de calciums libres, puis avec les ions calcium combiné avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet.

### 7.2.5.2. Mode opératoire

( V1) Ca<sup>2+</sup> : Nous avons pris 50 ml d'eau de l'échantillon, puis nous avons pris 2 ml de NaOH à 2 N. Nous avons ajouté du Murexide et nous avons titrer avec l'E.D.T. A jusqu'au virage (violet).

( V2) Ca<sup>2+</sup>Mg<sup>2+</sup> : Nous avons pris 50 ml d'eau de l'échantillon, puis nous avons pris 2 ml de NH<sub>4</sub>OH (10,1). Nous avons ajouté Noir eriochrome et nous avons titrer avec l'E.D.T. A jusqu'au virage (bleu).

## 7.2.5.3. Expression des résultats

$$\frac{V_1 * C_{EDTA} * M_{Ca^{2+}} * 1000}{P.E}$$

d'où:

$V_{EDTA}$ : Volume.

$$\begin{aligned} *mg/l Ca^{2+} &= \frac{V_1 \times N_{EDTA} \times F \times M_{Ca^{2+}} + 40 \times 1000}{PE} \\ &= \frac{V_1 \times 0,01 \times F \times 40g \times 1000}{50 \times 2} \end{aligned}$$

$$mg/l Ca^{2+} = V_1 \times F \times 8$$

$V_1$  : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

$C$  : molarité d'EDTA (0,01 M/l).

$M_{Ca^{2+}}$  : masse molaire du calcium en g.

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

$$\text{Donc : } mgCa^{2+}/l = \frac{V_1 * 0,01 * 40,08 * 100}{50}$$

$$Mg Ca^{2+}/l = V_1 \times 8$$

## 7.2.6. Détermination du résidu sec

## 7.2.6.1. Principe

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes.

Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé.

**7.2.6.2. Matériel**

- \_ Capsule en porcelaine.
- \_ Balance analytique.
- \_ Etuve réglable.

**7.2.6.3. Mode opératoire**

Tout d'abord nous Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillée et desséchée. Nous avons pris 100 ml de l'eau à analyser dans une fiole jaugée puis l'avons versé la dans la capsule et Nous mettons ce dernier au four à 105°C pendant 24 heures. On l'a laissé refroidir un quart d'heure au sèche-linge «à la fin Nous pesons immédiatement et rapidement pour voir le résultat.

**7.2.6.4. Expression des résultats**

Les résultats sont donnés en mg/l.

$$(PP - PV) 10 \times 1000 = \mu \text{ mg/l de RS}$$

d'où PP : est le poids plein de la capsule.

PV : est le poids vide de la capsule.

**7.2.7. Détermination du Titre Alcalimétrique Complet (TAC)****7.2.7.1. Principe**

La méthode de détermination repose sur la neutralisation d'un volume d'eau par de l'acide chlorhydrique (HCl) dilué en présence de phénolphaléine. Le but est d'évaluer la concentration en hydroxyde libre et en carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ). Le titre alcalimétrique est estimé en utilisant l'expression suivante :

$$\text{TAC} = (\text{N HCl} * \text{V HCl} * 1000) / 10$$

TAC : Titre Alcalimétrique en milliéquivalents (meq)

V HCl: Volume en millilitres de solution d'HCl utilisée pour le titrage

N HCl: Concentration en milliéquivalents par litre (meq/L) d'HCl

### 7.2.7.2. Mode opératoire

Tout d'abord, on met 100 ml de l'eau à analyser dans une fiole conique .Ensuite, nous avons ajouté 3 gouttes de méthylorange à 1%, qui est à son tour un indicateur, et nous avons titré avec la solution de HCl jusqu'à ce que nous remarquons l'apparition d'une couleur jaune-orange.

### 7.2.7.3.Expression des résultats

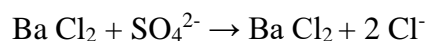
Le résultat du Titre Alcalimétrique Complet (TAC) est exprimé en milliéquivalents par litre (meq/L) ou en degrés français (°f).

## 7.2.8. Détermination des Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

### 7.2.8.1. Principe

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum

En présence de Ba Cl<sub>2</sub>.



### 7.2.8.2. Appareil

Spectrophotomètre DR/2000 de marque "HACH"

Dr/4000 de marque HACH

JASCO



**Figure 20 : SPECTROPHOTOMÈTRE DR3900, HACH**

### 7.2.8.3. Mode opératoire

Nous avons pris 20 ml d'eau de l'échantillon, puis nous avons complété 100 ml d'eau bouillante, puis avons ajouté 5 ml de solution stabilisante (Acide chlorhydrique (c), Ethanol, Chlorure de sodium, Glycérol, eau distillée) puis ajouter 2 ml de chlorure de bryum (Chlorure de baryum, Acide chlorhydrique, eau distillée) et puis mettez-le en douceur pendant une 1 minute, puis mettez-le dans l'appareil du spectrophotomètre  $\lambda = 420 \text{ nm}$ .

### 7.2.8.4. Expression des résultats

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

## 7.2.9. Détermination du résidu sec

### 7.2.9.1. Principe

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes.

Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé.

### 7.2.9.2. Matériel

- \_ Capsule en porcelaine.
- \_ Balance analytique.
- \_ Etuve réglable.

### 7.2.9.3. Mode opératoire

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillée et desséchée.
- Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déverser la dans la capsule.
- Porter cette dernière à l'étuve à  $105^\circ \text{C}$  pendant 24 heures.
- Laisser refroidir pendant  $\frac{1}{4}$  d'heure au dessiccateur.
- Peser immédiatement et rapidement.

**7.2.9.4.Expression des résultats**

Les résultats sont donnés en mg/l.

D'où PP : est le poids plein de la capsule.

PV : est le poids vide de la capsule.

$$(PP - PV) 10 \times 1000 = \mu \text{ mg/l de RS}$$

**CHAPITRE III :**  
*Résultats Et*  
*Discussions*



### III. Résultats Et Discussions

Les échantillons prélevés dans les sources d'eau de la zone de HAMMAM DHALÂA dans l'État de M'Sila ont été utilisés pour l'étude expérimentale. Grâce à cela, nous avons pu établir des normes dans ce domaine. Au cours de l'année 2024, des échantillons ont été collectés auprès de 12 sources (dont 1 source est sèche), en particulier pendant le mois de février, qui est la période idéale pour prélever des échantillons de manière facile. Ce chapitre présente les résultats que nous avons pu obtenir sous la forme de graphiques et de tableaux illustrés.

#### 1. Paramètres organoleptiques

Les résultats des paramètres obtenus, sont représentés dans le tableau suivant :

Le Tableau 05 : représente la Variation des Paramètres organoleptiques pour les 11 échantillons (Ain Mazer \_ El Ach \_ Ain El Mendjeh \_ Ain El Kerma (Ifri ) \_ Ain Thafassoun \_ Ouled Sidi Amar ( Hourane ) \_ Giraoua \_ Charchour\_ Toussfira\_ Hammam Mohamed Saleh Herizi \_ Hammam El Khrabcha ) étudiés.

*Tableau 4 : Les résultats des paramètres organoleptiques des eaux des sources d'étude*

<i>Les sources</i>	<i>Paramètres organoleptiques</i>		
	<i>Couleur</i>	<i>Odeur</i>	<i>Goût</i>
<i>01</i>	Claire	Bonne	Bon
<i>02</i>	Claire	Bonne	Bon
<i>03</i>	Claire	Bonne	Bon
<i>04</i>	Claire	Bonne	Bon
<i>05</i>	Claire	Bonne	Bon
<i>06</i>	Claire	Bonne	Bon
<i>07</i>	Claire	Bonne	Bon
<i>09</i>	Claire	Bonne	Bon
<i>10</i>	Claire	Bonne	Bon
<i>11</i>	Claire	Bonne	Bon
<i>12</i>	Claire	Bonne	Bon
<i>Les normes Algérienne</i>	Claire	Bonne	Bon

## Discussions

Les paramètres organoleptiques mesurés pour les sources 11 ont donné des résultats identiques.

- La couleur de l'eau a été évaluée à 15 mg/l de platine, ce qui correspond à une clarté visuelle.
- L'odeur de l'eau à 25°C a été diluée jusqu'à un taux de 4, indiquant une bonne qualité de l'odeur.
- La saveur de l'eau à 25°C a également été diluée jusqu'à un taux de 4, indiquant une sa bonne qualité.

Ces résultats indiquent que les sources 11 (Ain Mazer \_ El Ach \_ Ain El Mendjeh \_ Ain El Kerma (Ifri ) \_ Ain Thafassoun \_ Ouled Sidi Amar ( Hourane )\_ Giraoua \_ Charchour\_ Toussfira\_ Hammam Mohamed Saleh Herizi \_ Hammam El Khrabcha) présentent des caractéristiques organoleptiques similaires, conformes aux normes algériennes.

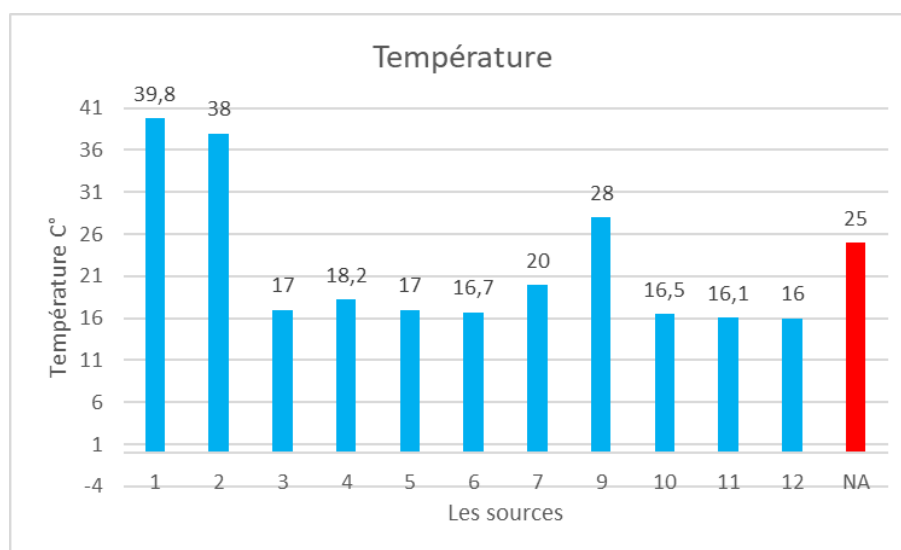
## 2. Paramètres physico-chimiques

### 2.1.Température

Le tableau et la figure représente la variation spatiale de température dans les eaux pour les différents Échantillons étudiés :

**Tableau 5 : Tableaux des points de température des sources étudiés**

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Température C°	39.8	38	17	18.2	17	16.7	20	28	16.5	16.1	16	<25



**Figure 21 : Diagramme représente la variation spatiale température dans les eaux pour les différents échantillons du 13 Mai 2024.**

Afin d'étudier les paramètres physico-chimiques, nous avons débuté par la mesure de la température du 13 Mai 2024.

Ce paramètre est essentiel pour la solubilité des sels et des gaz, ce qui a un impact sur la conductivité . Toutefois, une température dépassant 25C° encourage la prolifération des micro-organismes dans les conduites.

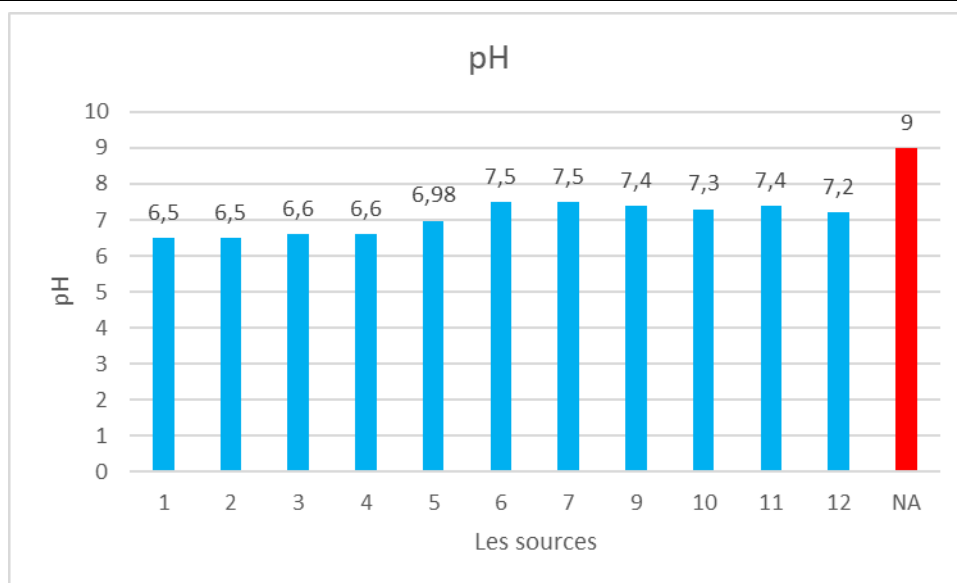
Le résultat obtenu montre que les valeurs de TC° des (09) neuf échantillons d'eau analysés durant la période d'étude varient entre des valeurs minimales de 16C° enregistrées pour la source 12 ( Ain Charchoure) et des valeurs maximales de 20C° enregistrées pour la source 07 (Ain Thafassoun). Si ces zones d'études ne dépassent pas les normes algériennes. Pour les zones 1 (39.8C°), 2 (38C°) et 9 (28C°), les températures sont supérieures aux normes algériennes

**2.2.Potentiel hydrogéné (pH)**

La figure et le tableau représente la variation spatiale potentiel hydrogène (pH) dans les eaux pour les différents échantillons étudiés :

*Tableau 6 : Tableau des points potentiels hydrogènes (pH) des sources étudiées*

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
pH	6.5	6.5	6.6	6.6	6.98	7.5	7.5	7.4	7.3	7.4	7.2	≤6.5 et ≤9



*Figure 22 : Diagramme représente la variation spatiale potentiel hydrogène (PH) dans les eaux pour les différents échantillons*

Le pH perturbe d'autres critères de qualité dans des réactions chimiques complexes telles que la dureté, l'alcalinité, etc..... Pour des pH inférieurs à 7, il est possible que les tuyauteries métalliques soient fortement corrodées, ce qui entraîne une augmentation des concentrations de certaines substances métalliques telles que le plomb et le cadmium. Les pH supérieurs à 8 entraînent une réduction de l'efficacité du processus de désinfection au chlore, car celui-ci se retrouve sous forme non bactéricide. Un pH élevé peut entraîner des dépôts incrustants dans les circuits de distribution. D'autre part, cela peut accentuer une éventuelle coloration et donner une saveur amère.

Les valeurs du PH des eaux des sources ne montrent pas de variations notables, avec un minimum de 6,5 au niveau de les sources 1et 2 et un maximum de 7,5 en S6 et s7 c'est-à-dire il oscille entre 6,5 et 7,5. Est on trouve 6.6 au source 3 et 4 avec variation dans le source 5 est (6.98) et a les sources: (9 -10 -11 -12) ph il varie entre les valeur (7.2-7.4) selon le tableau donc en peut classer les eaux des 12 sources en eau de bonne qualité en se référant aux normes de l'OMS (pH compris entre 6,5 et 8,5) pour l'eau potable donc la qualité de l'eau dans la région de HAMMAM DHALAA Wilaya de M'sila d'étude est acceptable.

### 2.3.La Conductivité Electrique

La figure et le tableau représente la variation spatiale de conductivité électrique dans les eaux pour les différents échantillons étudiés

Tableau 7 : Tableau des points de conductivité électrique des sources étudiés

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Condu μS/cm	2590	2590	513	676	689	561	539	863	534	400	722	<2800

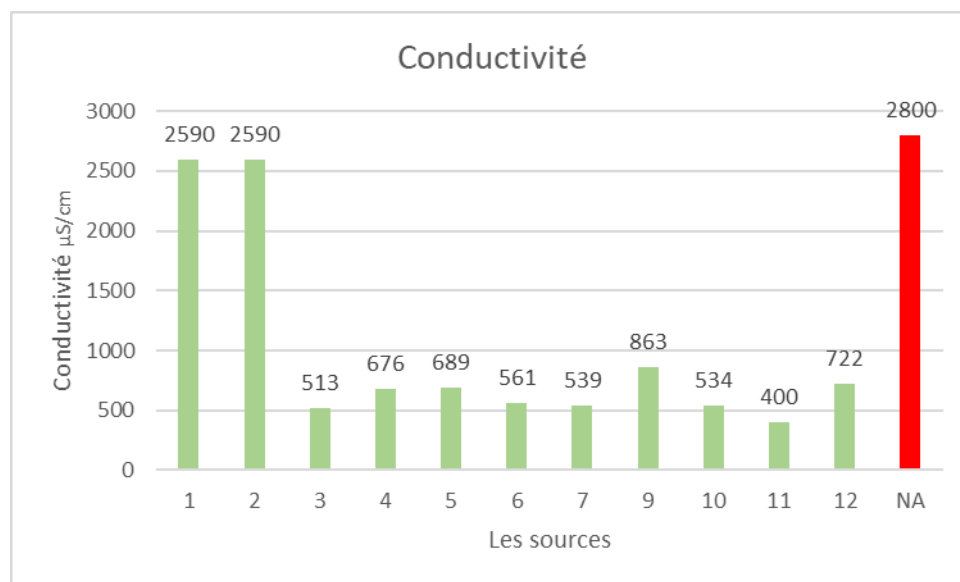


Figure 23 : Diagramme représente la variation spatiale Conductivité électrique dans les eaux pour les différents échantillons

Le conducteur varie de 400 à 2590 $\mu$ S/cm et d'une source à l'autre où nous enregistrons la valeur la plus basse du conducteur dans la source (11) est estimée à 400 $\mu$ S/cm, et la valeur la plus élevée du conducteur dans les sources (01 et 02) est estimée à 2590 $\mu$ S/cm, tandis que la source (04) centre enregistre 676 $\mu$ S/cm.

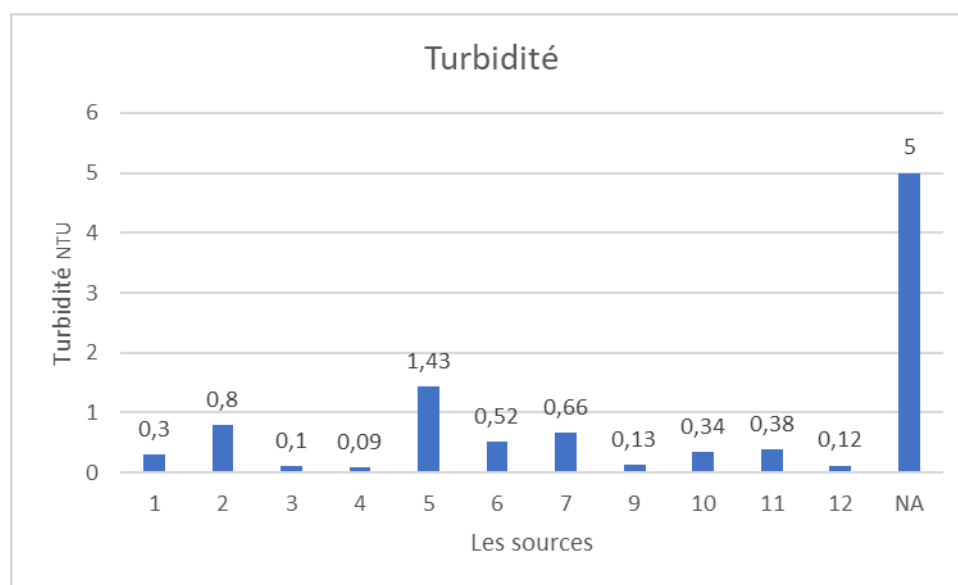
Les valeurs de conductivité électrique des échantillons étudiés ne dépassent pas les normes Algérienne (<2800), Donc la conductivité électrique dans la région d'étude est acceptable.

#### 2.4.Turbidité

La figure et le tableau représente la variation spatiale de turbidité dans les eaux pour les différents échantillons étudiés.

**Tableau 8 : Tableau des points de Turbidité des sources étudiés**

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Turbidité NTU	0.3	0.8	0.1	0.09	1.43	0.52	0.66	0.13	0.34	0.38	0.12	<5



**Figure 24: Diagramme représente la variation spatiale Turbidité dans les eaux pour les différents échantillons**

La turbidité est un indicateur essentiel de la qualité de l'eau elle est attribuée à la présence des particules en suspension colloïdales, La pluviométrie peut être préférée. (Rodier J, Legube B, Merlet N. L'analyse de l'eau. Paris : Dunod ; 2009). Les données visuelles sur l'eau peuvent être précisées grâce à la mesure de la turbidité, qui reflète la présence des particules en suspension dans l'eau. L'apparition de turbidité n'est pas nécessairement dangereuse, mais elle

joue un rôle crucial dans les autres paramètres qui déterminent la qualité de l'eau du point de vue bactériologique et chimique .

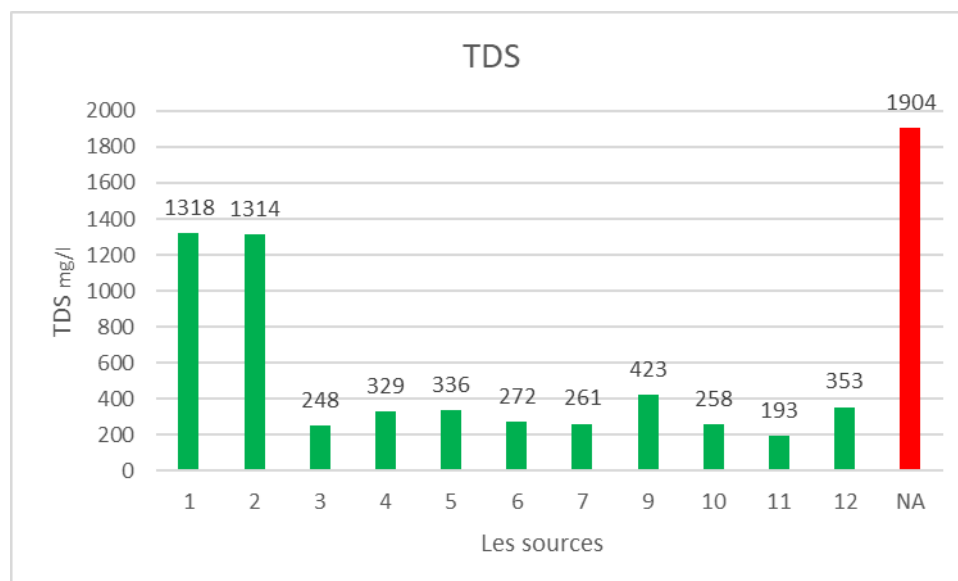
Les valeurs de la turbidité enregistrées dans tous les stations, sont compris entre 0.09 à 1.43 (NTU) on a trouvé dans les sources 4 et 5 et au niveau de source 1-2 les valeur 0.3 et 0.8 et remarqué dans les sources 3-6-7-11...déférents valeurs 0.1- 0.52 - 0.66 - 0.38 (NTU) selon le tableau sont inférieures à celle donnée par la norme Algérienne (5 NTU), d'où la qualité des points d'eau examinés dans la région est acceptable, faisant cette eau une eau bien clarifiée.

### 2.5.La quantité totale de sels dissous dans l'eau (TDS)

La figure et le tableau représente la variation spatiale de TDS dans les eaux pour les différents échantillons étudiés.

**Tableau 9 : Tableau des points de TDS des sources étudiées**

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
TDS mg/l	1318	1314	248	329	336	272	261	423	258	193	353	<1904



**Figure 25: Diagramme représente la variation spatiale TDS dans les eaux pour les différents échantillons**

La quantité totale d'ions chargés mobiles, incluant les minéraux, les sels et les métaux dissous dans un volume d'eau spécifique, est connue sous le nom de TDS (Total Dissolve Solides), qui est exprimée en mg/l ou en particules par million (ppm). La quantité de sels dissous dans peuvent nous renseigner sur la potabilité de l'eau. (Aouissi A, 2010). Le TDS obtenu à partir de notre expérience est 193 et 423 mg/l pour S11 et S9 et 248,329 mg/l au sources (3),(4)

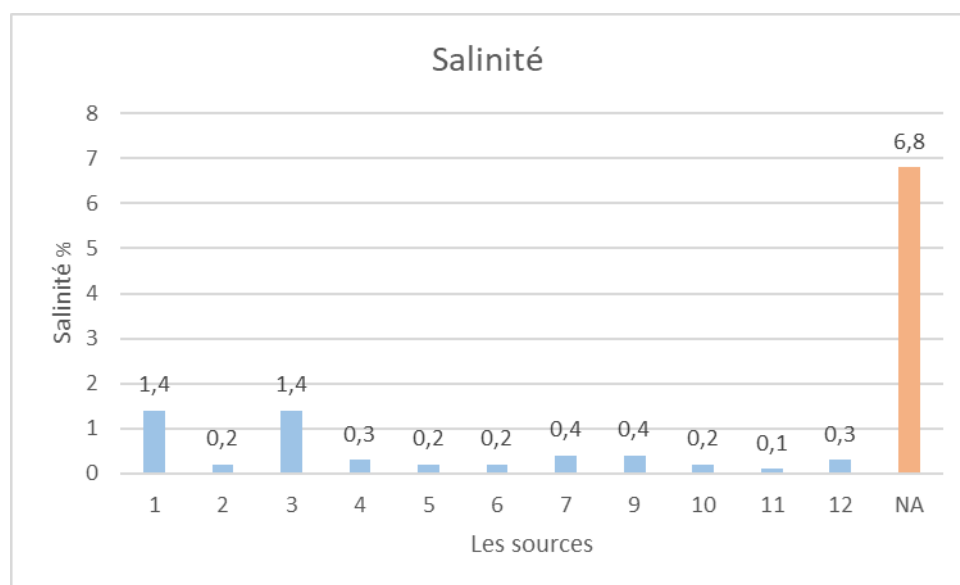
avec 336 et 272 mg/l pour (5) et (6), on a observé les valeurs environ 261 et 258 mg/l pour (7), (10). La valeur la plus élevée est la valeur des sources (1) (2), (1314 – 1318). Les normes établies par l'Organisation mondiale de la santé recommandent de ne pas dépasser 2000 mg/l. Alors les résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes mondiales et algériennes.

## 2.6. La salinité % :

La figure et le tableau représentent la variation spatiale de TDS dans les eaux pour les différents échantillons étudiés.

**Tableau 10 : Tableau des points de salinité des sources étudiées**

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Salinité %	1.4	0.2	1.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.4	0.2	0.1	0.3	<6.8



**Figure 26 : Diagramme représente la variation spatiale salinité dans les eaux pour les différents échantillons**

La salinité correspond à la concentration de sels dissous dans un volume d'eau spécifique.

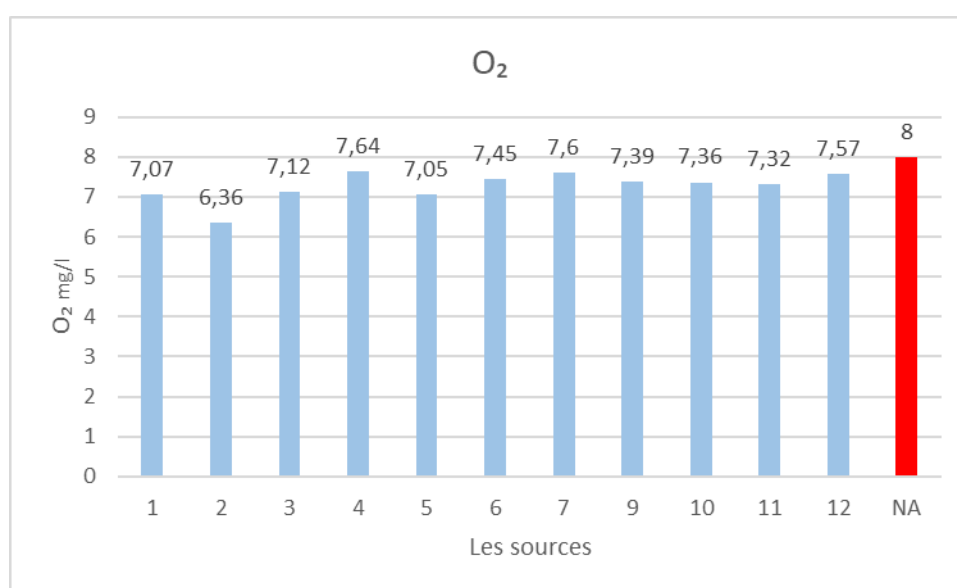
Dans nos recherches, nous avons constaté que la salinité était plutôt modérée, avec un pourcentage variant de 0,2% à 0,4 % dans toutes les sources, à l'exception de Hammamet 1 "Hammam Mohamed El Saleh Herizi" 1.4 % et 2 "Hammam kherabecha" 1.4 %, par rapport à d'autres sources.

## 2.7. Oxygène dissous O<sub>2</sub> mg/l

La figure et le tableau représente la variation spatiale de O<sub>2</sub> dans les eaux pour les différents échantillons étudiés.

*Tableau 11 : Tableau des points de O<sub>2</sub> des sources étudiées*

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
O <sub>2</sub> mg/l	7.07	6.36	7.12	7.64	7.05	7.45	7.60	7.39	7.36	7.32	7.57	<8



*Figure 27 : Diagramme représente la variation spatiale O<sub>2</sub> dans les eaux pour les différents échantillons*

O<sub>2</sub> La quantité d'oxygène gazeux présente dans l'eau est mesurée en milligrammes d'oxygène (O<sub>2</sub>) par litre d'eau ou en pourcentage de saturation. En observant les résultats, il est évident que toutes les valeurs de O<sub>2</sub> sont proches. Le pourcentage le plus bas est de 6,36 dans la source 2 "Hammam kherabecha", tandis que le pourcentage le plus élevé était de 7,57 dans la dernière source 12 "Toussfira". Dans cette situation, nous veillons à ce que tous les résultats enregistrés ne dépassent pas les normes algériennes.

## 3. Parameter Minéralisation

### 3.1.Dureté totale (TH)

La figure et le tableau représente la variation spatiale de Titre Hydrométrique dans les eaux pour les différents échantillons étudié.

Tableau 12 : Tableau des Dureté totale (TH) des sources étudiées

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
TH mg/l	100	72	28	36	40	32	30	52	27	21	37	10_50

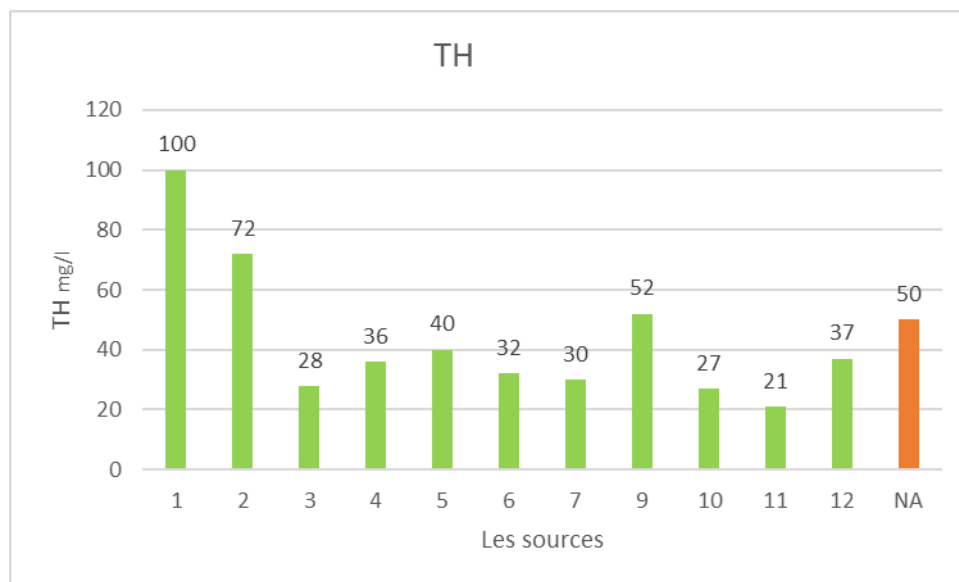


Figure 28 : Diagramme représente la variation spatiale TH dans les eaux pour les différents échantillons

Le taux de dureté totale est une caractéristique spécifique de l'eau qui résulte de la présence de calcium et de magnésium. Une dureté carbonatée est distinguée, c'est-à-dire la quantité de carbonates et de bicarbonates de  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ , et une dureté non carbonatée est produite par les autres sels. La dureté varie en fonction de la composition géologique des sols traversés. Les résultats obtenus dans tous l'échantillons montrent que la dureté varie entre 21 à Station 11 La valeur le plus élevée 100 mg/L dans la station 1 et on a trouvé défferent valeur sont 72-28-36 au les stations (S2, S3, S4) avec 40-32-30 au (S5, S6, S7) et on trouve les valeur 52-27-21-37 dans la station (9,10,11,12) .... Donc ne dépassent pas les normes Algériennes de 50 mg/L, donc la qualité de l'eau étude dans cette station est acceptable, et potable dans la station (3,4,5,6,7,10,11et12), mais dans la station (1,2et 9) les valeurs de TH dépassent les normes Alériennes, donc la qualité de l'eau étude dans les quater est non acceptable.

### 3.2. Titre Alcalimétrique complet (TAC)

La figure et le tableau représente la variation spatiale de Titre Alcalimétrique complet dans les eaux pour les différents échantillons étudiés.

Tableau 13 : Tableau des TAC des sources étudiées

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
TAC F°	20	18	20	20	20	20	20	20	21	18	22	20_35

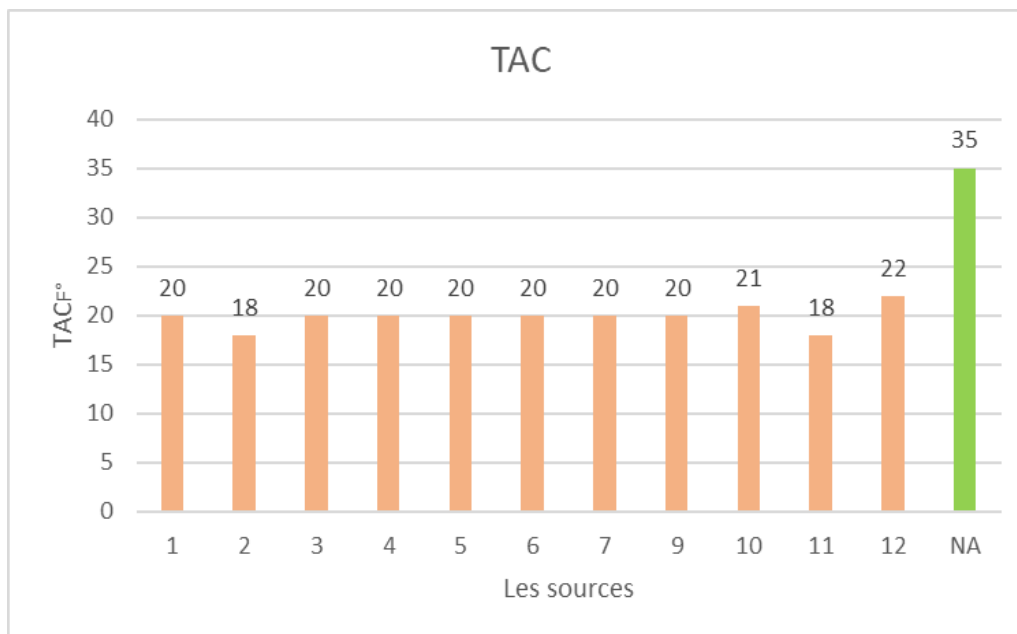


Figure 29 : Diagramme représente la variation spatiale TAC dans les eaux pour les différents échantillons

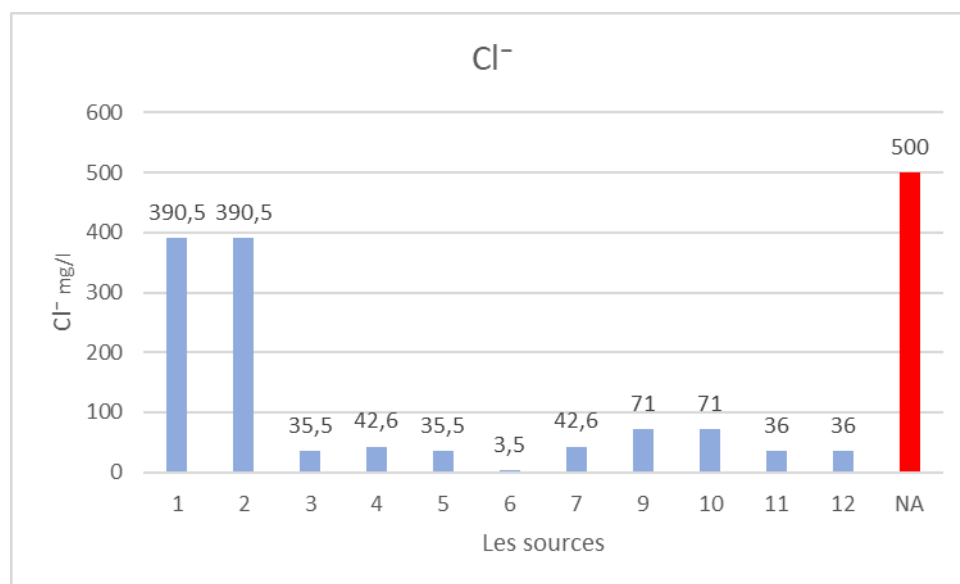
Le TAC permet de mesurer la concentration des ions carbonate de sodium et bicarbonates présents dans l'eau. D'après les résultats obtenus une valeur varie entre 18 à 22 mg/L on a trouvé des résultats convergents, quand dans S1-S3-S4-S5-S6-S9 la valeur 20 et (18) au S2,S11 et 21,22 dans S10 et S12 donc les résultats ne dépassent pas les normes Algériennes de 500 mg/L.

### 3.3.Chlorure (Cl<sup>-</sup>)

La figure et le tableau représente la variation spatiale des ions de chlorure de l'eau des sources d'étude.

Tableau 14 : Tableau des Cl<sup>-</sup> des sources étudiées

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Cl <sup>-</sup> mg/l	390.5	390.5	35.5	42.6	35.5	35.5	42.6	71	71	36	36	500



**Figure 30 :** Diagramme représente la variation spatiale Cl<sup>-</sup> dans les eaux pour les différents échantillons

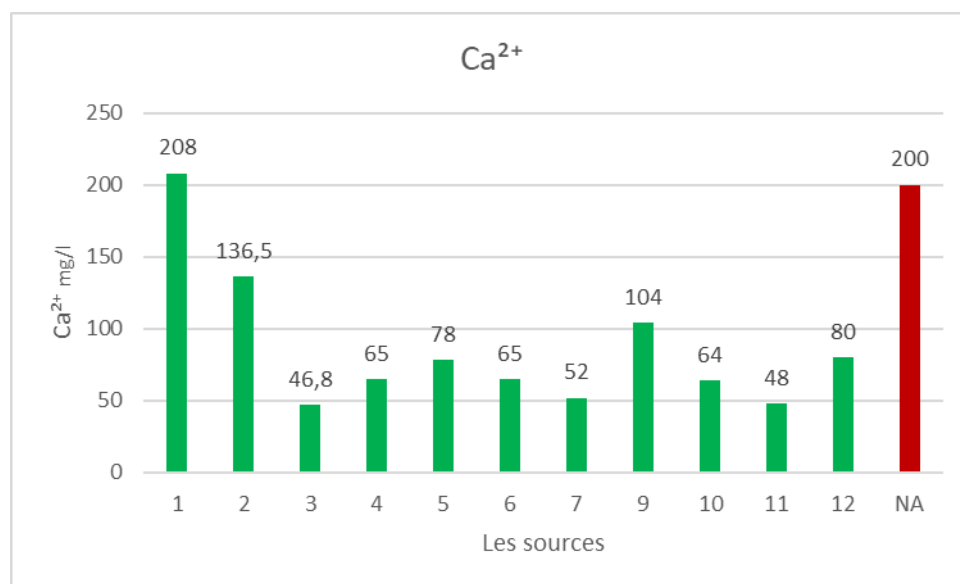
La quantité de chlorures dans l'eau varie également en fonction du terrain traversé. D'après les conclusions des analyses réalisées sur les échantillons d'eau, les teneurs en chlorures sont de l'ordre de 35.5 mg/L à 390.5mg/L au niveau de la région d'étude, quand sur les stations 3-5-6 : 35.5 mg/l avec 36 mg/l au 11-12 et 71 mg/l : 9 -10 selon les résultats obtenus les teneurs en chlorures sont inférieures à 500 mg/L selon les normes Algériennes, donc la qualité de l'eau dans les sources (03 à 12) d'étude est acceptable.

### 3.4. Calcium (Ca<sup>2+</sup>)

La figure et le tableau représente la variation spatiale des ions de calcium de l'eau des sources d'étude.

**Tableau 15 :** Tableau des Ca<sup>2+</sup> des sources étudiées

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Ca <sup>2+</sup> mg/l	208	136.5	46.8	65	78	65	52	104	64	48	80	200



**Figure 31 :** Diagramme représente la variation spatiale  $Ca^{2+}$  dans les eaux pour les différents échantillons

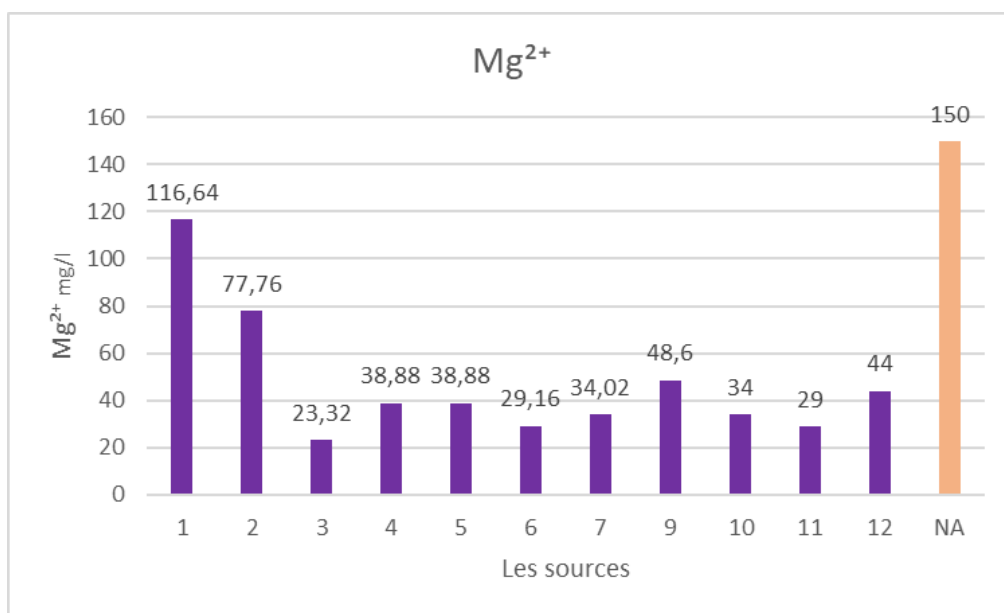
Deux sources naturelles sont principalement responsables de la présence des ions  $Ca^{2+}$  dans l'eau : soit la dissolution des formations carbonatées ( $CaCO_3$ ), soit la dissolution des formations gypseuses ( $CaSO_4$ ). Selon les résultats obtenus, la concentration de calcium varie de 48 à 136.5 mg/L, dans les stations S2-S3-S4 trouve (136.5, 46.8, 65) mg/l et autre (65 ,52 ,104) au stations S6-S7-S8..., ce qui est inférieur aux normes algériennes de 200 mg/L. Un seul résultat de la source 01 " Hammam Mohamed El Saleh Herizi " 208 mg/L, elle est plus que les normes Algériennes de 200 mg/L. Ainsi, la faible concentration de calcium suggère que ces eaux sont moins affectées par la dissolution des formations carbonatées et gypseuses. Ainsi, la qualité de l'eau dans la région d'étude est acceptable.

### 3.5.Magnésium ( $Mg^{2+}$ )

La figure et le tableau représente la variation spatiale de magnésium dans les eaux pour les différents échantillons.

**Tableau 16 :** Tableau  $Mg^{2+}$  des sources étudiées

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
$Mg^{2+}$ mg/l	116.64	77.76	23.32	38.88	38.88	29.16	34.02	48.6	34	29	44	<150



**Figure 32 :** Diagramme représente la variation spatiale  $Mg^{2+}$  dans les eaux pour les différents échantillons

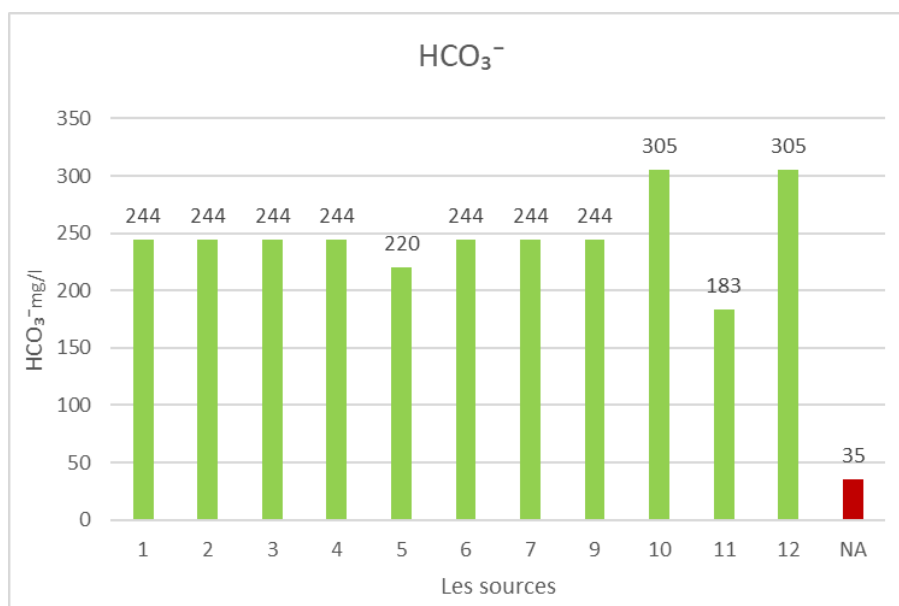
Le magnésium joue un rôle important dans la résistance de l'eau, sa quantité varie en fonction de la composition des roches sédimentaires rencontrées. (Calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen). D'après les résultats obtenus une valeur varie entre 23.3 à 116.6 mg/L donc au (3-4-5-6) on trouve les valeurs : 23.32, 38.88, 38.88 ,29.16 mg/l et (7-9-10-11-12) varie au 34.02, 48.6, 34, 29, 44 mg/l donc les résultats ne dépassent pas les normes Algériennes de 500 mg/L donc la qualité de l'eau est acceptable.

### 3.6. Bicarbonates ( $HCO_3^-$ )

La figure et le tableau représente la variation spatiale de Bicarbonates ( $HCO_3^-$ ) dans les eaux pour les différents échantillons.

**Tableau 17 :** Tableau des  $HCO_3^-$  des sources étudiées

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
$HCO_3^-$ mg/l	244	244	244	244	220	244	244	244	305	183	305	20_35



**Figure 33** : Diagramme représente la variation spatiale  $HCO_3^-$  dans les eaux pour les différents échantillons

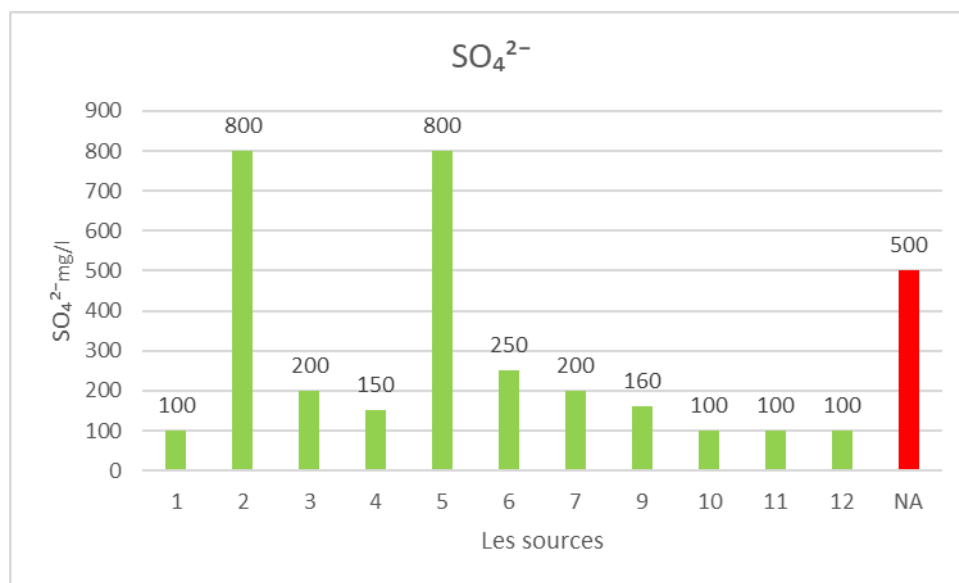
Les concentrations en bicarbonates ( $HCO_3^-$ ) dans les eaux naturelles sont en relation directe avec le pH de l'eau, la température, la concentration en  $CO_2$  dissous et la nature lithologique du sol. Au cours des analyses réalisées, on observe une concentration de Bicarbonates  $HCO_3^-$  dans l'eau de source variant de 183 à 305 mg/L. à partir des analyses obtenues trouve la valeur 244 mg/l (1-2-3-4-6-7-9) et 220, 305, 183 mg/l au (5-10-11-12). Les bicarbonates sont présents dans l'eau en raison de la dissolution des formations carbonatées (comme le gypse et le calcaire) par des eaux contenant du gaz carbonique. Aucune valeur n'est établie pour ce paramètre dans les normes algériennes, car peu importe les concentrations en bicarbonate dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée.

### 3.7. Sulfate ( $SO_4^{2-}$ )

La figure et le tableau représentent la variation spatiale de sulfate dans les eaux pour les différents échantillons.

**Tableau 18** : Tableau des  $SO_4^{2-}$  des sources étudiées

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
$SO_4^{2-}$ mg/l	100	800	200	150	800	250	200	160	100	100	100	500



**Figure 34 :** Diagramme représente la variation spatiale  $SO_4^{2-}$  dans les eaux pour les différents échantillons

Le sulfate est une substance chimique qui se trouve naturellement dans presque toutes les eaux naturelles. Il est issu de l'oxydation des sulfites (sulfate de sodium, sulfate de magnésium et sulfate de calcium), de la présence de schistes ou encore de déchets industriels. On trouve que (1-10-11-12) sont 100 mg/l et (2-5) : 800 mg/l et aussi (3-7) : 200 mg/l. D'après les résultats obtenus une valeur varie entre 100 à 800 mg/L donc les résultats ne dépassent les normes Algériennes entre 200\_400 mg/L. Le seul résultat qui était à l'intérieur de la source huitième "Ain Toussfira et Ain Charchour" est donc la qualité de l'eau est acceptable. Et les deux premières "Hammam Mohamed El Saleh Herizi" et "Aïn mendjeh" ont été plus que les normes Algériennes.

### 3.8. Résidu sec

La figure et le tableau représente la variation spatiale de résidu sec dans les eaux pour les différents échantillons.

**Tableau 19 :** Tableau des Résidu sec des sources étudiées

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Résidu sec mg/l	1963.2	1955.6	388.8	512.4	522.2	425.2	408.5	657.1	404.7	303.2	547.2	<2000

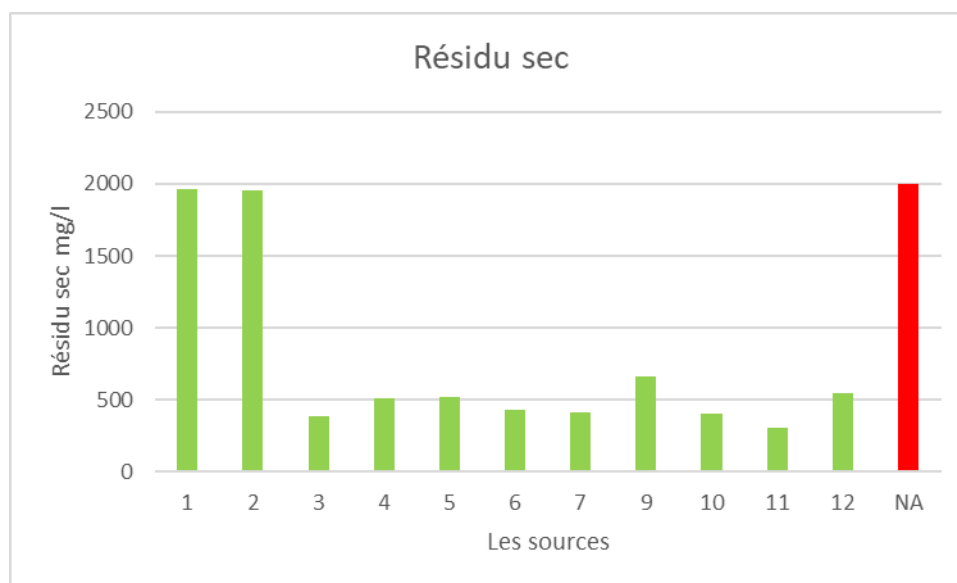


Figure 35 : Diagramme représente la variation spatiale  $SO_4^{2-}$  dans les eaux pour les différents échantillons

Un produit sec, un signe de minéralisation le taux de minéraux recueillis après évaporation d'un litre eau à  $180^{\circ}C$  peut être calculé à l'aide de cet indicateur.

Selon les résultats des analyses effectuées sur les échantillons d'eau, les concentrations de résidu sec varient de 303,2 mg/L à 547.2 mg/L dans la région d'étude. À moins des deux sources. "HAMMAM herizii" a une teneur en 1963,2 mg/L et "HAMMAM kherabecha" a une teneur en 1955,6 mg/L. Le taux était supérieur au reste et très proche de la norme en Algérie. 2000 mg/L

#### 4. Paramètres Bacteriologies

##### 4.1. Les Germes totaux

La figure et le tableau représente la variation spatiale des Germes totaux dans les eaux pour les différents échantillons.

##### 4.1.1. Germes aérobies à $22^{\circ}C$

Tableau 20 : Tableau des Germes aérobies à  $22^{\circ}C$  des sources étudiées

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Germes aérobies à $22^{\circ}C$ N/ml	2.8 * $10^5$	2.4 * $10^5$	$10^5$	7 * $10^5$	3.5 * $10^5$	$10^4$	1.4 * $10^5$	9 * $10^4$	$10^4$	3 * $10^4$	9 * $10^4$	<500

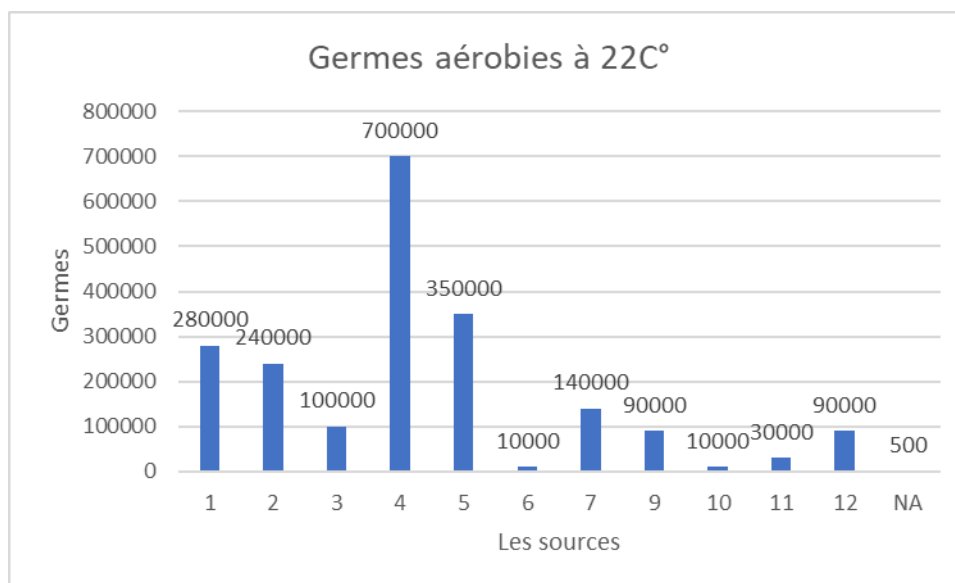


Figure36 : Diagramme représente la variation spatiale du Germe aérobie à 22C° dans les eaux pour les différents échantillons

4.1.2. Germe aérobie à 37C°

Tableau 21 : Tableau des Germe aérobie à 37C° des sources étudiées

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Germe aérobie à 37C° N/ml	1.3* 10 <sup>5</sup>	4.5* 10 <sup>4</sup>	6* 10 <sup>4</sup>	2* 10 <sup>4</sup>	7* 10 <sup>3</sup>	3.5* 10 <sup>3</sup>	8* 10 <sup>4</sup>	6* 10 <sup>4</sup>	3* 10 <sup>3</sup>	2* 10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	<500

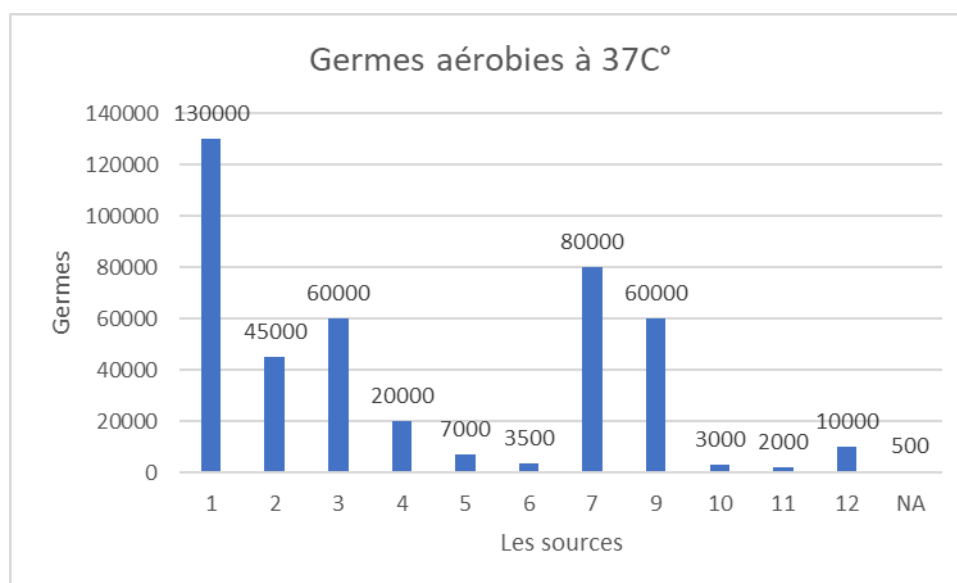


Figure37 : Diagramme représente la variation spatiale du Germe aérobie à 37C° dans les eaux pour les différents échantillons

À 22°C, la majorité des germes sont des bactéries provenant de l'intestin (humaine ou animale). La comptabilisation des germes totaux est perçue comme un indicateur beaucoup plus large pour toute pollution microbiologique ; elle permet de déterminer la totalité de la population bactérienne. Ainsi, la stabilité des échantillons bactériens est un indicateur positif de protection. Les niveaux de température obtenus fluctuent entre,  $10^5$  et  $7 \times 10^5$  C°,  $3.5 \times 10^4$  et  $9 \times 10^4$  à 22°C.

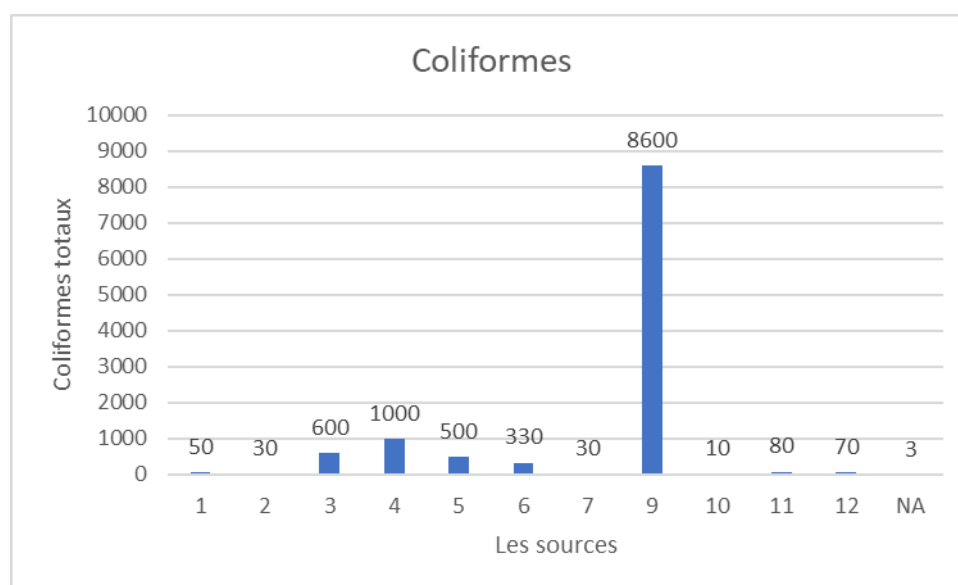
Et à 37°C on trouve Les niveaux environ,  $8 \times 10^4$  jusqu'à  $7 \times 10^3$  C/ml. Cependant, ils demeurent en accord avec les normes établies par la réglementation Algérienne.

#### 4.2. Les coliformes totaux et E. Coli

La figure et le tableau représente la variation spatiale des coliformes totaux dans les eaux pour les différents échantillons.

**Tableau 22 : Tableau des coliformes totaux des sources étudiées**

Echantillon	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Coliformes Totaux N/100ml	$5 \times 10$	$3 \times 10$	$6 \times 10^2$	$10^3$	$5 \times 10^2$	$3.3 \times 10^2$	$3 \times 10$	$8.6 \times 10^3$	10	$8 \times 10$	$7 \times 10$	3



**Figure 38 : Diagramme représente la variation spatiale du Coliformes totaux dans les eaux pour les différents échantillons**

La source 9 présente un pourcentage élevé de coliformes totaux par rapport aux autres sources en général, ce qui en fait la valeur la plus élevée enregistrée.

Les coliformes totaux sont issus d'animaux et d'hommes et leur présence dans l'eau est le signe d'une contamination récente par des matières fécales (Chevalier, 2003). Le tableau montre que tous les sites de prélèvement sont couverts de coliformes totaux, ce qui laisse supposer une contamination fécale. La valeur maximale du site est de 240 N/100 ml et la valeur minimale est de 8 N/100 ml. Il s'agit de déjections animales (oiseaux d'eau, animaux domestiques) et d'affluents de certains habitats, surtout dans les zones voisines.

Dans 100 mL, il est strictement interdit de contenir des coliformes totaux et des coliformes fécaux, conformément à la réglementation algérienne. Dans notre étude, nous avons identifié (00 Germes/100 mL) de coliformes fécaux, ce qui est conforme à la réglementation en Algérie. Ainsi, elles respectent la norme de potabilité et sont d'environ 7 à 240 N/100ml.

### 4.3. Coliformes fécaux

La figure et le tableau représente la variation spatiale des coliformes fécaux dans les eaux pour les différents échantillons.

Tableau 23 : Tableau des coliformes fécaux des sources étudiées

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Coliformes Fécaux N/ml	01	01	01	00	00	00	00	00	01	01	00	00

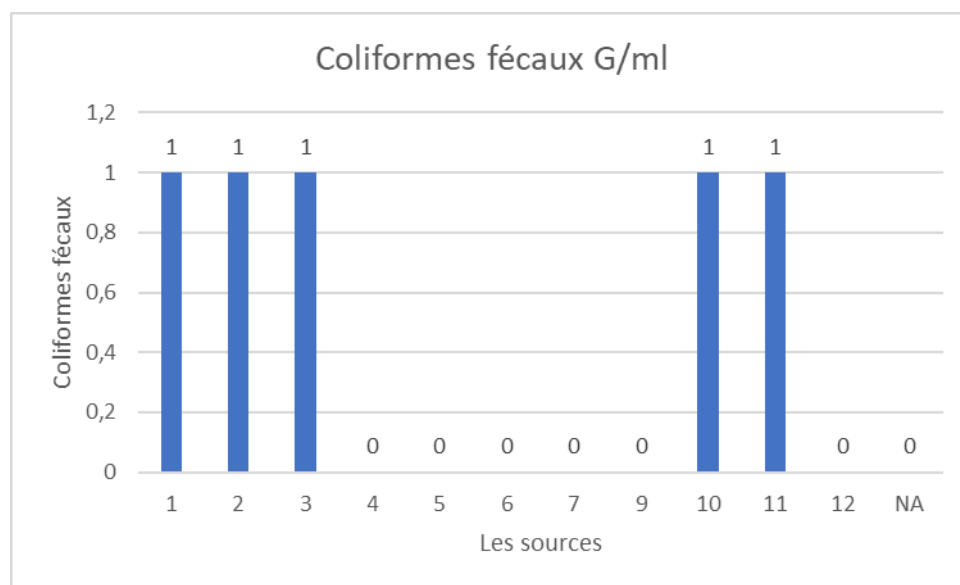


Figure 39 : Diagramme représente la variation spatiale du Coliformes fécaux dans les eaux pour les différents échantillons

Les coliformes fécaux sont un sous-groupe de bactéries coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5 °C. L'espèce la plus communément associée à ce groupe de bactéries est *Escherichia coli* (*E. coli*) et constitue 80 à 90 % des coliformes thermotolérants détectés (WS3). En remarque les sources (01\_02\_03\_10\_11) la variation des coliformes fécaux N/ml est 01 Au-delà des normes algériennes .

#### 4.4. Les Streptocoques fécaux

*Tableau 24 : Tableau des Streptocoques fécaux des sources étudiées*

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Streptocoques Fécaux N/ml	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Il est nécessaire d'associer la présence de streptocoques fécaux à celle de coliformes fécaux pour assurer une contamination fécale d'une eau d'alimentation (Rodier, 2009). L'analyse bactériologique des échantillons d'eau a révélé une absence totale (00 germes/100 ml) de streptocoques fécaux dans tous les échantillons. Cela confirme qu'il n'y a pas de contamination fécale.

#### 4.5. Salmonelle typhi

*Tableau 25 : Tableau des Salmonelle typhi des sources étudiées*

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Salmonelle typhi	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs

Un parasite des intestins des vertébrés (animal ou homme) est une bactérie entérique qui se trouve partout. L'environnement est contaminé par elle, en particulier les eaux (égouts...). C'est par l'eau ou les aliments que l'homme se contamine. La transmission ne s'effectue que par la digestion. Donc absence de salmonelle typhi indicateur a potabilité de l'eau.

#### 4.6. Entérocoques strep

*Tableau 26 : Tableau des Entérocoques strep des sources étudiées*

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Entérocoques Strep N/ml	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Bactérie sphérique (coccus) à Gram positif, présente dans le tube digestif des animaux, à métabolisme anaérobie, morphologiquement proche des streptocoques, et dont les individus vivent généralement groupés en paires ou en chaînettes. Donc absence de Entérocoques strep c'est une preuve que l'eau potable.

#### 4.7. Clostridium sulf

*Tableau 27 : Tableau des Clostridium sulf des sources étudiées*

Les sources	01	02	03	04	05	06	07	09	10	11	12	NA
Clostridium Sulf N/51	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs

C'est un type de bactérie anaérobie formant des spores, également connue sous le nom de bactérie réductrice de soufre'. Ces bactéries se trouvent naturellement dans le sol, les sédiments, les eaux douces et salées. Donc absence de Clostridium sulf c'est une preuve que l'eau potable.

### Conclusion

Le rôle de l'eau dans la vie est primordial, en commençant par l'unité fondamentale de l'être vivant, la cellule est en permanence immergée dans l'eau.

La qualité de l'eau est la principale préoccupation des programmes humanitaires en ce qui concerne la consommation humaine et l'irrigation. On peut expliquer la mauvaise qualité de l'eau par des actions humaines ou par des phénomènes naturels.

L'eau est un élément naturel qui nécessite une attention particulière pour préserver la santé publique.

La santé a longtemps été le principal problème de l'eau utilisée pour l'alimentation humaine. Il s'agit d'un problème causé par la présence de microorganismes capables de transmettre de nombreuses infections dangereuses.

Notre recherche s'est concentrée sur l'analyse de la qualité physico-chimique et bactériologique des produits.

Notre recherche a examiné la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux provenant de 12 sources situées dans différentes régions : Ain Mazer \_ El Ach \_ Ain El Mendjeh \_ Ain El Kerma (Ifri) \_ Fontaine de Thafassoun \_ Ighrem \_ Ouled Sidi Amar (Hourane) \_ Giraoua \_ Charchour \_ Toussfira \_ Hammam Mohamed Saleh Herizi \_ Hammam El Khrabcha. Dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux de la région de M'sila, nous avons effectué différents paramètres (température, pH, conductibilité, turbidité, salinité, chlorure, TAC, TA, TH, Ca<sup>2+</sup>). Nous avons utilisé différentes méthodes et appareils tels que le thermomètre, le multiparamètre, le turbidimètre, le conductimètre, le spectrophotomètre, ainsi que Méthode électrométrique avec électrode combinée qui concerne les paramètres physiques est méthode spectrométrique méthode tetrimétrique à l'EDTA a les paramètres chimiques avec les analyses bactériologiques comprennent des coliformes totaux, des coliformes fécaux, des streptocoques fécaux et des Clostridium sulfito-réducteurs (ASR). Après avoir effectué les analyses, nous avons obtenu des résultats où la température varie entre 16C° enregistrées pour la source 12 (Ain Charchoure) et des valeurs maximales de 20C°. Le pH est compris entre (6.5 et 7.5) avec selon les résultats obtenus, le conducteur peut varier de 400 à 2590µS/cm d'une source à l'autre, et les valeurs de TDS des sources varient entre 193 et 423, en se basant sur les résultats de l'OMS et les normes en Algérie. On peut en déduire que ces eaux sont conformes aux normes, ce qui signifie que la qualité de l'eau étudiée est acceptable et potable. On nous a

## *CONCLUSION*

---

informé que l'eau des zones 1 et 2 (Hammam) est bonne. il a été constaté que l'eau des zones 1 et 2 (Hammam Mohamed Saleh Herizi \_ Hammam El Khrabcha) est chaude et inappropriée à la consommation. Cela laisse entendre que l'eau issue de ces sources peut être jugée adéquate pour la consommation et l'utilisation, à condition d'effectuer d'autres évaluations et analyses afin d'assurer la qualité globale de l'eau. Il convient de souligner que d'autres critères particuliers et des recherches plus approfondies peuvent être requis pour une évaluation globale de la qualité de l'eau. Les résultats obtenus en totalité. Tous les paramètres respectent les normes requises.

Enfin, même si nos résultats sont sans équivoque, ils demeurent insuffisants et doivent être renforcés et complétés par d'autres éléments afin de pouvoir donner une satisfaction. Afin de pouvoir évaluer de manière définitive la qualité de l'eau distribuée dans cette commune et garantir sa conservation en tant que potable.

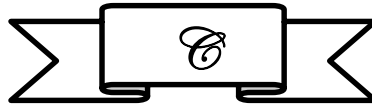
**Référence et Bibliographie :**



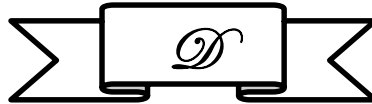
1. Abaidi M., (2022) : Evaluation de la qualité physico-chimique des Eaux à L'aide d'indice de Qualité de L'eau (IQE). Mémoire master Université d'El-Oued de El Ouali.
2. Abibsi N., (2011) : Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantes (phytoepuration) pour L'irrigation des espaces verts application á un quartier de la ville de Biskra. Mémoire master Université Mohamed Khider de Biskra.
3. Agrigon A., (2000) : Annuaires de la qualité des eaux et des sédiments. DUNOD. 206p.
4. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH)., (2020). Étude des ressources hydrauliques de la commune de Hammam Dalaa. Ministère des Ressources en Eau, Algérie
5. Aouissi A., (2010) : Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-est de l'Algérie). Mémoire de magister en Hydro-écologie. Université 8 Mai 1945 de Guelma.
6. Ayad W., (2017) : Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'El-Harroch (Wilaya de Skikda), Thèse doctorat en microbiologie appliquée, Université Badji Mokhtar-Annaba.



7. Blancher G., (1972) : Abrégé de médecine préventive et d'hygiène.
8. Bliefert C et Perraud R., (2008) : Chimie de l'environnement : air, eau, sols, déchets. P : 271,290, 291.
9. Boglin Jean-claude., (2000) : propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement G1 110.



10. Chelli L ; et Djouhari N., (2013) : Analyses des eaux de réseau da la ville de Béjaia et évaluation de leur pouvoir entartrant. Mémoire de master. Université A. MIRA – BEJAIA, Faculté de technologie.



11. Dali Z ; et Bentaleb F., (2005) : Impact humaine sur l'environnement « cas de l'ensablement de la région de Boussaâda ». Mémoire d'ingénieur, Université de M'sila.
12. Degremont S., (2005) : « Mémento technique de l'eau », Tome I, 10ème édition, Edit. Tec et doc, pp : 3 -38.
13. Degremont S., (1952) : « Mémento technique de l'eau », Première édition.



14. Gasmi W ; et Refice M., (2020) : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau potable de la région de M'Sila (Dréat, Souamaa, Newara), mémoire master, Université Mohamed Boudiaf de M'sila.
15. Garcia L.S., (2007). Diagnostic Medical Parasitology. American Society for Microbiology.
16. Gueroui Y., (2015) : Caractérisation hydrochimique et bactériologique des eaux souterraines de l'Aquifère superficiel de la plaine de Tamlouka (Nord-Est Algérien). Thèse de Doctorat, Université 8 mai 1945 de Guelma, Algérie.
17. Gerard G., (1999) : L'eau, milieu naturel et maitrise, Edition INRA : Volume1,204p.



18. K. P Maia; N. L. Decastro., (2019): J. C. de Oliveira, Spatial-temporal analysis of the surface water quality of the Para River.

19. Jean S., (2014) : 101 questions pratiques sur l'eau. Edition multi Mondes.
20. Journal officiel de la république algérienne-JORA., (2014) : Décret exécutif n° 14 - 96 du 2 Joumada El Oula 1435 correspondant au 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.



21. Kadiri., (2005) : Analyse urbaine de la ville de Boussaâda, mémoire d'ingénieur EPAU.

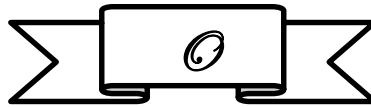


22. Ladjel F., (2006) : Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Mémoire de fin d'études. Centre De formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes.
23. Lassoued K ; et Touhami N., (2008) : Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de l'eau du barrage de Hammam Debagh. Mémoire D'ingéniera. Université de Guelma,
24. Langevin J ; et Lefebvre R, et Toutant C., (2000). Polluants chimiques et leurs impacts.
25. Lindsay J.A; et Harman P.E., (2005). "Clostridium." Encyclopedia of Food Microbiology. Elsevier.
26. Langevin J ; Lefebvre R, et Toutant C., (2000). Écologie aquatique et gestion des ressources en eau.



27. Molénat J, et Dorioz M, et Gasmule C, et Gruau G., (2010) : Les pollutions de l'eau dans les bassins versants agricoles : nature, sources et mécanismes de transfert. Territ « Eau -Agro- Transfert Bretagne.

28. Morlot M, (1996) : Aspects analytiques du plomb dans l'environnement. 1<sup>er</sup> Ed  
Lavoisier Tec et DOC. France. ISBN : 2-7430-104-6. Pp 03.
29. Murray, P.R., Rosenthal, K.S., et Pfaller, M.A. (2021). Medical Microbiology.  
Elsevier Health Sciences
30. Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales, Algérie., (2021) : Caractéristiques  
géographiques de la commune de Hammam Dhalâa.



31. Ouali M., (2008) : Cours de procédé sanitaires biologiques et traitement des eaux.  
2<sup>ème</sup> édition : OPU
32. Oubagha N., (2011) : Décontamination des eaux contenant les colorants textiles et les  
adjuvants par des matériaux naturels et synthétiques. Mémoire magister, Université  
Mouloud Mammeri de Tizi ousou.
33. Organisation mondiale de la santé., (2021) : Eau potable. Récupéré le 14 juin 2021
34. Office National des Statistiques (ONS), Algérie. (2021). Caractéristiques  
démographiques, économiques et sociales de la commune de Hammam Dhalaa.



35. Potelon J.L ; et Zysman K., (1998) : Le guide des analyses de l'eau potable. La lettre  
du cadre territoriale. S.E.P.T Voiron, Cedex.



36. Rieu .M, (1981) : Sodium absorption ration et estimation du pouvoir alcalinisant des  
eaux. Mission ORSTOM, vol xviii n°2, pp 123-128.
37. Rodier J., et Legube B, et Merlet N : L'analyse de l'eau, 9<sup>ème</sup> Ed. Dunod., Paris,  
France.
38. Rodier J., (1996) : L'analyse de l'eau. 9<sup>ème</sup> édition, DUNOD. Paris.752p
39. Rodier J., (2005) : L'analyse de l'eau eaux naturelles eaux résiduaires eaux de mer  
.9<sup>ème</sup> édition du nod Paris. 66p.
40. Rodier J., (2005) : L'analyse de l'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux de  
Mer. 8<sup>ème</sup> édition. Dunod. 1383 p.

41. Rodier J, (2009) : L'analyse de l'eau ; Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9ème édition, Dunod, Paris. 1579 p.



42. Savary P., (2010) : Guide des analyses de la qualité de l'eau, Ed. Territorial Voiron, France.



43. Tekfi K., (2006) : Étude de performances épuratoire d'une station a boues activées. Mémoire de DEUA. Université de Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.



44. Vierling., (2003) : Gestion des eaux : Alimentation en eau assainissement. Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris Basin through statistical techniques, (2019). Ambiente e Agua-An Interdisciplinary Journal of Applied Science, vol.14 (1), p, 1-14



45. Zella L ; et Smadhi D., (2006) : L'eau la gouvernance et l'éthique (p.131). Alger. Office des publications universitaires.



**Web Sites :**

1. W.S1 : Les types de pollutions de l'eau - Persée (persee.fr)
2. W.S2 : <https://www.15https://www.eaufrance.fr/les-eaux-souterraines.projetecolo.com/pollution-de-l-eau-lespolluants-naturels-de-l-eau-432.html#:~:text=Lorsque%20les%20cendres%20tombent%20dans,peut%20ê>
3. W.S3: <https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/coliformes-fecaux>

Annex



ANNEXE  
Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine  
Tableau 1 : paramètres avec valeurs limites

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Ammonium	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	- Eaux conventionnelles : 1 - Eaux désalées ou déminéralisées : 1,5
	Fluorures	mg/l	1,5
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0,2
	Oxydabilité	mg/l O2	5
	Acrylamide	µg/l	0,5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre	mg/l	2
	Cyanures	µg/l	70
	Mercurure	µg/l	6
	Nickel	µg/l	70
	Plomb	µg/l	10
	Sélénium	µg/l	10
	Zinc	mg/l	5
	Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A) totaux	µg/l	0,2
	Fluoranthène, benzo (3,4) fluoranthène, benzo (1,1,2) fluoranthène, benzo (3,4) pyrène, benzo (1,1,2) pérylène, indéno (1,2,3-cd) pyrène, benzo (3,4) pyrène	µg/l	0,01
	Benzène	µg/l	10
	Toluène	µg/l	700
Ethylbenzène	µg/l	300	

Tableau 2  
Paramètres avec valeurs indicatives

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES
Paramètres Organoleptiques	couleur	mg/l platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 25 °C	Taux dilution	4
	Saveur à 25 °C	Taux dilution	4
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l CaCO3	65 pour les eaux désalées ou déminéralisées (valeur minimale)
	Calcium	mg/l	200
	Chlorure	mg/l	500
	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	≥ 6,5 et ≤ 9
	Conductivité à 20 °C	µS/cm	2800
	Dureté (TH)	mg/l en CaCO3	500
	Fer total	mg/l	0,3
	Manganèse	µg/l	50
	Phosphore	mg/l	5
	Potassium	mg/l	12
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
	Température	°C	25

Décret exécutif n° 14-97 du 2 Jomada El Oula 1435 correspondant au 4 mars 2014 portant dissolution de l'agence de gestion du système hydraulique de Beni Haroun.

Le Premier Ministre,  
Sur le rapport du ministre des ressources en eau,  
Vu la Constitution, notamment ses articles 85-3° et 125 (alinéa 2),

Vu le décret présidentiel n° 13-312 du 5 Dhou El Kaïda 1434 correspondant au 11 septembre 2013 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 94-294 du 19 Rabie Ethani 1415 correspondant au 25 septembre 1994 relatif aux modalités de dissolution et de liquidation des entreprises publiques non autonomes et des établissements publics à caractère industriel et commercial ;

Vu le décret exécutif n° 07-337 du 19 Chaoual 1428 correspondant au 31 octobre 2007 portant création de l'agence de gestion du système hydraulique de Beni Haroun ;

Après approbation du Président de la République ;

Décrète :

Article 1er. — L'agence de gestion du système hydraulique de Beni Haroun, créée par les dispositions du décret exécutif n° 07-337 du 19 Chaoual 1428 correspondant au 31 octobre 2007 portant création de l'agence de gestion du système hydraulique de Beni Haroun est dissoute.

Art. 2. — La dissolution de l'agence prévue à l'article 1er ci-dessus, donne lieu à l'établissement d'un inventaire quantitatif, qualitatif et estimatif dressé conformément aux lois et règlements en vigueur par une commission dont les membres sont désignés conjointement par le ministre des finances et le ministre chargé des ressources en eau.

Art. 3. — Le présent décret sera publié au *Journal Officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger le 2 Jomada El Oula 1435 Correspondant au 4 mars 2014.

Abdelmalek SELLAL.

ANNEXE (suite)

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques (suite)	Nylènes	µg/l	500
	Styrène	µg/l	100
	Agents de surface régissant au bleu de méthylène	mg/l	0,2
	Epychlorohydrine	µg/l	0,4
	Microcystine LR	µg/l	1
	Pesticides par substance individualisée	µg/l	0,1
	- Insecticides organochlorés persistants	µg/l	0,1
	- Insecticides organophosphorés et carbamates	µg/l	0,1
	- Herbicides	µg/l	0,1
	- Fongicides	µg/l	0,1
	- P.C.B	µg/l	0,1
	- P.C.T	µg/l	0,03
	- Aldrine	µg/l	0,03
	- Dieldrine	µg/l	0,03
	- Heptachlore	µg/l	0,03
	- Heptachlorépoxyde	µg/l	0,03
	Pesticides (Totaux)	µg/l	0,5
	Bromates	µg/l	10
	Chlorite	µg/l	0,07
	Tribalométhane par substance individualisée :		
	- Chloroforme	µg/l	200
	- Bromoforme	µg/l	100
	- Dibromochlorométhane	µg/l	100
	- Bromodichlorométhane	µg/l	60
	Chlorure de vinyle	µg/l	0,3
	1,2-Dichloroéthane	µg/l	30
	1,2-Dichlorobenzène	µg/l	1000
	1,4-Dichlorobenzène	µg/l	300
	Trichloroéthylène	µg/l	20
	Tetrachloroéthylène	µg/l	40
Particules alpha	Picocurie/L	15	
Particules bêta	Millirems/an	4	
Tritium	Bequerel/l	100	
Uranium	µg/l	30	
Dose totale indicative (DTI)	mSv/an	0,15	
paramètres microbiologiques	Escherichia Coli	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	n/20ml	0

*"Le bonheur ne réside pas dans la possession  
de la vérité, mais dans la recherche de la  
vérité."*

*— Léon Tolstoï —*