



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine 1  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة 1  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

قسم : بيولوجيا و علم البيئة النباتية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie Fondamentale et Appliquée

N° d'ordre :

N° de série :

**Intitulé :**

---

**Evaluation de la qualité physico-chimique et organique des eaux souterraines de la commune de Hamma Bouziane approvisionnées à la consommation humaine**

---

Présenté par : *DERRADJI Sara et MECHEHOUD Nada*

Le : .../09/2021

**Jury d'évaluation :**

Président du jury : TOUATI Laid      MCA      UFM-Constantine 1

Rapporteur :      ZAIMECHE Saida      MCB      UFM-Constantine 1

Examineurs :      AMRI Sihem      MCB      UFM-Constantine 1

*Année universitaire 2020 - 2021*

## Remerciements

Nous remercions en premier lieu **ALLAH** le tout puissant pour toute la volonté, le courage qu'il nous a donné pour l'achèvement de ce mémoire.

Nous tenons à remercier notre encadreur docteur **ZAIMECHE Saida**, Maître de conférences à l'université des Frères Mentouri, qui a dirigé ce travail et pour l'aide précieuse qu'elle nous a porté durant la rédaction de ce mémoire.

A notre président de jury docteur **TOUATI Laid** qui nous a fait l'honneur de présider ce jury.

Nous adressons également notre remerciement au docteur **AMRI Sihem** Maître de conférences à l'université des Frères Mentouri, d'avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Nous tenons aussi à remercier l'ensemble du personnel du Laboratoire SEACO d'Ain Smara et plus spécialement Mme **Boukhamh Lamia** chef de service au département qualité d'avoir accepter notre accès au laboratoire SEACO, Mme **Boukhalfa Sabrina** chef de service physico-chimique pour ses conseils et sa gentillesse, Mme **Boussouf ikram**, Mme **Nihad** et Mme **Hadjer** qui nous ont aidés pendant toute la période du stage.

A tous les enseignants du département de Biologie et Ecologie végétale de l'université des frères Mentouri Constantine.

## Dédicaces

A mes chers parents Samira et Abelhak qui ne cessent de me donner avec amour le nécessaire pour que je puisse arriver à ce que je suis aujourd'hui.

Quoi que je fasse ou que je dise, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération.

Que dieu vous protège et vous garde pour moi.

A ma chère grand-mère, je te remercie pour tout ton amour et ton soutien.

A ma chère sœur Nouha et mon chère frère Moussab.

A mes très chères amies, Rawnek, Safa, Bouchra, Khedouj, Rayene, Sara.

A mon cher binôme Sara.

A tous mes enseignants.

A toute ma famille.

A toute personne qui a participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

*Nada M*

## **Dédicaces**

A mes chers parents Fatiha et Said, sans vous je n'en serais pas la aujourd'hui.

Je n'oublierais jamais vos nombreux sacrifices pour me rendre heureuse, vous m'avez toujours soutenue et accompagner dans ma vie

Qu'Allah vous protège et vous garde pour moi

A mes chers frère Minou et Wahab vous m'avez toujours encouragé et soutenue, je vous en remercie

A mes très chères amies Marwa, Hiba, Rayene, Bouchra, Safa, Rawnek, Sara, Khadija.

A mon cher binôme Nada, merci pour vos conseils et vos encouragements, mais aussi pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables.

Merci a toute personne qui a participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

*Sara D*



## **Résumé**

L'eau est une ressource essentielle pour la consommation et la vie quotidienne. De cela notre travail de recherche s'est basé sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et organique des eaux souterraines de la commune de Hamma Bouziane, Wilaya de Constantine.

Un contrôle et un suivi ont été effectués sur plusieurs échantillons d'eau prélevés au niveau d'un forage et sept réservoirs d'eau.

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 à l'exception du réservoir Djeloulia et l'eau du forage Infra Fer qui sont de mauvaise qualité physico-chimique et un seuil de pollution dépassant les normes autorisées.

Pour éviter les risques sanitaires et résoudre ces problèmes, la SEACO doit prendre en considération des mesures strictes pour le stockage, le transport de l'eau depuis le point de production jusqu'aux points de distribution et consommation.

**Mots clés :** Qualité physico-chimique ; Forage, Réservoirs ; Hamma Bouziane ; Eau souterraine ; Pollution organique.

## **Abstract**

Water is an essential resource for consumption and daily life. And for evaluate the physical and chemical quality and an eventual pollution of the groundwater of Hamma Bouziane, situated in the locality of Contantine, a control and a monitoring of the physic-chemical quality was carried out on several water samples taken at the level of seven reservoirs and a drilling.

The results showed that these waters for human consumption are good and conform to the WHO and Algerian standards except for the Djeloulia reservoir and the raw water from Infra Fer drilling which their characteristics of quality are unacceptable compared to the standard.

In order to avoid health risks and solve these problems, SEACO must take into consideration strict measures for storage, transportation of water from the point of production to the points of distribution and consumption.

**Keywords:** Physical-chemical quality; Drilling; Reservoirs; Hamma Bouziane; Groundwater; Organic pollution.

## ملخص

الماء مورد اساسي للحياة و الاستهلاك اليومي .و من اجل هذا قمنا باجراء دراسة مخبرية على المياه الجوفية وبئر في منطقة حامة بوزيان التابعة لولاية قسنطينة للتقيم النوعية الفيزيائية و الكيميائية و التلوث العضوي لهذه المياه.

أجريت خلال هذه الدراسة المخبرية مراقبة ورصد نوعية المواد الفيزيائية والكيميائية على عدة عينات من المياه أخذت من سبع خزانات ومنبئر.

وقد أظهرت النتائج الفيزيائية والكيميائية أن هذه المياه الخاصة بالاستهلاك البشري ذات نوعية جيدة وتمتثل لمعايير منظمة الصحة العالمية و الجزائرية باستثناءخزان جلولية ومياه الحفر حيث كانت ذات نوعية فيزيائية كيميائية رديئة وتلوث لا يتوافق مع المعايير المسموح بها.

ولتجنب المخاطر الصحية وحل هذه المشاكل يجب عل شركة قسنطينة للمياه والصرف الصحي أن تأخذ بعين الاعتبار التدابير الصارمة لتخزين المياه ونقلها من نقطة الإنتاج إلى نقاط التوزيع والاستهلاك.

**الكلمات المفتاحية:** الجودة الفيزيو-كيميائية; الحفر، الخزان; حامة بوزيان; المياه الجوفية; التلوث العضوي.

## **Liste des abréviations**

**T** : Température

**TH** : Titre Hydrotimétrique

**pH** : potentiel Hydrogène

**CE** : Conductivité Electrique

**CEE** : Communauté Economique Européenne

**NTU** : Nephelometric Turbidity Unit

**EDTA** : Ethylène Diamine Tétra-Acétique

**SP** : Station de Pompage

**F** : Forage

**R** : Réservoir

**μS/cm** : Micro siemens par Centimètre

**TA** : Titre Alcalimétrique

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complète

**MES** : Matières En Suspension

**SEACO** : Société de l'Eau et de l'Assainissement de Constantine

**SIG** : Système d 'Information Géographique

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Relation entre la conductivité et la minéralisation de l'eau.....	7
<b>Tableau 2</b> : Classe des turbidités usuelles.....	8
<b>Tableau 3</b> : Degré relatif de dureté de l'eau selon la quantité de carbonate de calcium.....	9
<b>Tableau 4</b> : Normes OMS et Algériennes des paramètres physico-chimiques pour l'eau potable .....	13
<b>Tableau 5</b> : Calendrier de prélèvement des échantillons.....	27
<b>Tableau 6</b> : Résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux souterraines de la commune de Hamma Bouziane.....	41

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Situation géographique de Hamma Bouziane.....	16
<b>Figure 2</b> : Coupe géologique du Hamma Bouziane.....	17
<b>Figure 3</b> : Situation des champs captant de Hammam Zaoui et Aïn Skhouna.....	18
<b>Figure 4</b> : Installation de réservoir Ain chaouch.....	19
<b>Figure 5</b> : Installation de réservoir Boulemnadjel.....	20
<b>Figure 6</b> : Installation de réservoir Face hôpital.....	21
<b>Figure 7</b> : Installation de réservoir Ghirène.....	22
<b>Figure 8</b> : Installation de réservoir Békira.....	23
<b>Figure 9</b> : Installation de réservoir SP Ain Skhouna.....	24
<b>Figure 10</b> : Installation de réservoir Djeloulia.....	25
<b>Figure 11</b> : Installation de forage Infra fer.....	26
<b>Figure 12</b> : Glacière pour la conservation des échantillons.....	27
<b>Figure 13</b> : Photos de la détermination du chlore.....	28
<b>Figure 14</b> : Appareil de pH mètre de type Sension3-HACH.....	29
<b>Figure15</b> : Appareil de conductimètre de type Sension+ EC7-HACH.....	30
<b>Figure 16</b> : Appareil de turbidimètre de type 2100N-HACH.....	30
<b>Figure 17</b> : Photos de dosage de TAC.....	31
<b>Figure18</b> : Photos de dosage de la dureté.....	32
<b>Figure19</b> : Photos de détermination de résidu sec.....	32
<b>Figure20</b> : Photos de dosage de matière organique.....	33
<b>Figure 21</b> : Photo de dosage d'Ammonium.....	34
<b>Figure 22</b> : Photo de dosage de Nitrite.....	34
<b>Figure 23</b> : Photos de test en cuve de Nitrate LCK339.....	35
<b>Figure 24</b> : Photo de dosage de Phosphate.....	36
<b>Figure 25</b> : Photos de dosage de Calcium.....	36

<b>Figure 26</b> : Photos de test en cuve de Magnésium LCK326.....	37
<b>Figure 27</b> : Photo de dosage de Sulfate.....	38
<b>Figure 28</b> : Photos de dosage de Chlorure.....	38
<b>Figure 29</b> : Photos de test en cuve de Fer LCK321.....	39
<b>Figure 30</b> : Variation de la teneur en chlore dans les eaux étudiées.....	43
<b>Figure 31</b> : Variation de la température des eaux étudiées.....	44
<b>Figure 32</b> : Variation du pH des eaux étudiées.....	45
<b>Figure 33</b> : Variation de la conductivité électrique des eaux étudiées.....	46
<b>Figure 34</b> : Variation de la teneur TAC dans les eaux étudiées.....	47
<b>Figure 35</b> : Variation de la teneur du TA dans les eaux étudiées.....	47
<b>Figure 36</b> : Variation de la teneur du Turbidité dans les eaux étudiées.....	48
<b>Figure 37</b> : Variation de la dureté totale des eaux étudiées.....	49
<b>Figure 38</b> : Variation de la teneur en résidu sec dans les eaux étudiées.....	50
<b>Figure 39</b> : Variation de la teneur en matière organique dans les eaux étudiées.....	51
<b>Figure 40</b> : Variation de la teneur en ammonium dans les eaux étudiées.....	52
<b>Figure 41</b> : Variation de la teneur en nitrites dans les eaux étudiées.....	53
<b>Figure 42</b> : Variation de la teneur en nitrates dans les eaux étudiées.....	54
<b>Figure 43</b> : Variation de la teneur en phosphate dans les eaux étudiées.....	55
<b>Figure 44</b> : Variation de la teneur en calcium dans les eaux étudiées.....	56
<b>Figure 45</b> : Variation de teneur en magnésium dans les eaux étudiées.....	57
<b>Figure 46</b> : Variation de la teneur en sulfate dans les eaux étudiées.....	55
<b>Figure 47</b> : Variation de la teneur en chlorures dans les eaux étudiées.....	56
<b>Figure 48</b> : Variation de la teneur en fer dans les eaux étudiées.....	59
<b>Figure 49</b> : Installation de champ captant Hammam Zaoui.....	66
<b>Figure 50</b> : Schéma synoptique d'installation de Hammam Zaoui.....	67
<b>Figure 51</b> : Installation de champ captant d'Ain Skhouna.....	68

# Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abstract

الملخص

Liste des abréviations.....i

Liste des tableaux.....ii

Liste des figures .....iii

Introduction.....1

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1. Les différents types d'eaux destinées à la consommation humaine.....4

I.1.1. Eaux de surface .....4

I.1.2. Eaux souterraines.....4

I.2. L'eau potable.....4

I.3. Pollution de l'eau.....4

I.4. Différents types de pollution d'eau.....5

I.4.1. Pollution organique.....5

I.4.2. Pollution chimique.....5

I.4.3. Pollution physique.....5

I.5. Les différents paramètres d'une eau de consommation.....5

I.5.1. Les paramètres organoleptiques.....5

I.5.1.1. La couleur.....6

I.5.1.2. L'odeur .....6

I.5.1.3 Goût et saveur.....6

I.5.2. Les paramètres physico-chimiques.....7



I.5.2.1. Température.....	7
I.5.2.2. Potentiel d'hydrogène pH.....	7
I.5.2.3. Conductivité électrique.....	7
I.5.2.4. La salinité.....	8
I.5.2.5. L'alcalinité.....	8
I.5.2.6. La turbidité.....	8
I.5.2.7. La dureté totale TH.....	8
I.5.2.8. Résidu sec.....	9
I.6. Paramètres de pollution.....	9
I.6.1. Matière organique.....	9
I.6.2. Les composés azotés.....	10
I.6.2.1. Ammonium.....	10
I.6.2.2. Les nitrates.....	10
I.6.2.3. Les nitrites.....	10
I.6.2.4. Les phosphates.....	11
I.7. Les éléments minéraux.....	11
I.7.1. Calcium.....	11
I.7.2. Magnésium.....	11
I.7.3. Sodium.....	11
I.7.4. Potassium.....	11
I.7.5. Sulfate.....	12
I.7.6. Chlorure.....	12
I.7.7. Fer.....	12
I.8. Définition d'une norme.....	12
I.8.1. Différentes normes applicables aux eaux de consommation.....	13
I.8.1.1. La réglementation algérienne.....	13
I.8.1.2. Norme de potabilité des eaux de consommation.....	13

## Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude Hamma Bouziane.....	16
II.1.1. Caractéristique géographique et géologique de Hamma Bouziane.....	16
II.1.2. Caractéristique climatologique du Hamma Bouziane.....	17
II.1.3. Situation des champs captant de Hamma Bouziane.....	17
II.2.Travail sur terrain.....	18
II.2.1. Sites de prélèvement.....	18
II.2.1.1. Réservoir Ain Chaouch .....	18
II.2.1.2. Réservoir Boulemnadjel .....	20
II.2.1.3. Réservoir Face hôpital.....	21
II.2.1.4. Réservoir Ghirène.....	22
II.2.1.5. Réservoir Békira.....	23
II.2.1.6. Station de pompage Ain Skhouna.....	24
II.2.1.7. Réservoir Djeloulia.....	25
II.2.1.8. Forage Infra fer.....	26
II.2.2. Calendrier de prélèvement.....	27
II.2.3. Échantillons d'eau.....	27
II.2.3.1. Prélèvement des échantillons d'eau .....	27
II.2.3.2. Conservation des échantillons.....	27
II.3. Mesures et analyses.....	28
II.3.1. Méthodes d'analyse des paramètres physico-chimiques.....	28
II.3.1.1. Mesure du chlore.....	28
II.3.1.2. Mesure Température .....	28
II.3.1.3. Mesure du pH.....	29
II.3.1.4. Mesure de la conductivité électrique.....	29
II.3.1.5. Mesure de la turbidité.....	30
II.3.1.6. Détermination de l'alcalinité TA et TAC.....	30

II.3.1.7. Dureté totale (TH) .....	31
II.3.1.8. Résidu sec .....	32
II.3.1.9. Paramètres de pollution.....	33
II.3.1.9.1. Matière organique.....	33
II.3.1.9.2. Ammonium.....	33
II.3.1.9.3. Nitrite.....	34
II.3.1.9.4. Nitrate.....	35
II.3.1.9.5. Phosphate.....	35
II.3.1.10. Les éléments minéraux .....	36
II.3.1.10.1. Calcium.....	36
II.3.1.10.2. Magnésium.....	37
II.3.1.10.3. Sulfate.....	37
II.3.1.10.4. Chlorure.....	38
II.3.1.10.5. Fer.....	38
II.3.2. Solution de nettoyage de la verrerie.....	39

### **Chapitre III : Résultats et Discussion**

III.1. Interprétation et discussion des résultats.....	41
III.2. Mesure des paramètres physico-chimiques.....	42
III.2.1. Chlore.....	42
III.2.2. Température .....	43
III.2.3. Potentiel d'hydrogène.....	44
III.2.4. Conductivité électrique.....	45
III.2.5. Alcalinité.....	46
III.2.6. Turbidité .....	48
III.2.7. Dureté totale.....	49
III.2.8. Résidu sec .....	50
III.2.9. Paramètres de pollution.....	51

III.2.9.1. Matière organique.....	51
III.2.9.2. Ammonium.....	51
III.2.9.3. Nitrites.....	52
III.2.9.4. Nitrates.....	53
III.2.9.5. Phosphate.....	54
III.2.10. Les éléments minéraux .....	55
III.2.10.1. Calcium.....	55
III.2.10.2. Magnésium.....	56
III.2.10.3. Sulfate.....	57
III.2.10.4. Chlorures.....	58
III.2.10.5. Fer.....	58
Conclusion et Recommandations.....	60
Références bibliographiques.....	63
Annexe 1	
Annexe 2	

## **Introduction**

L'eau constitue un élément indispensable pour la vie des hommes, des animaux et des plantes. Avoir de l'eau à disposition en quantité et en qualité suffisantes contribue au maintien de la santé. L'eau peut aussi être source de maladies du fait de sa contamination par les activités humaines comme la défécation en plein air, un traitement incorrect des eaux usées, les décharges sauvages, de mauvaises pratiques agricoles, et les déversements de produits chimiques dans les sites industriels (OMS, 2003).

En Algérie, l'eau est une ressource fondamentalement préoccupante du fait de sa rareté et du développement économique et social désordonné. Cela entraîne une suite de problème de gestion au sens large : pertes, gaspillages, dégradations et manque de protection de la ressource (Boumaouche & Bouchahm, 2017).

Les eaux souterraines sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique. Néanmoins, les terrains traversés influencent fortement la minéralisation. Celle-ci est faible dans les terrains anciens de type granite et schiste, et élevée dans les terrains sédimentaires comme les calcaires. Elles sont pauvres en oxygène dissous et exemptes de matières organiques sauf en cas de pollution (Cardot, 1990).

Pour cela, on a choisi pour notre thème de recherche les eaux souterraines de la commune de Hamma Bouziane (Wilaya de Constantine) où on a effectué des analyses pour évaluer la qualité physico-chimique et organique de ces eaux.

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

Le premier chapitre comporte une synthèse bibliographique qui englobe une présentation des données sur les différents paramètres pris en considération dans cette étude ainsi que les normes définissant la caractérisation et la qualité des eaux potables.

Le deuxième chapitre englobe une présentation de la zone d'étude ainsi que le matériel et les méthodes adoptés pour la caractérisation des eaux potables.

Le troisième chapitre englobe l'interprétation des résultats obtenus pour les paramètres pris en considération dans cette étude.

On terminera notre manuscrit par une conclusion et des recommandations.

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

### **I.1. Différents types d'eaux destinées à la consommation humaine**

Les réserves disponibles des eaux naturelles sont les eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface stagnantes (lacs naturels ou artificiels ou barrages) ou courantes (rivières) (Degremont, 2005).

#### **I.1.1. Eaux de surface**

Les eaux de surface sont les eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Ces dernières ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement (Degremont, 2005). Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matière en suspension et organique. Elles sont très sensibles à la pollution minérale et organique de type nitrates et pesticides (Cardot, 1990).

#### **I.1.2. Eaux souterraines**

Les eaux souterraines sont les eaux du sous-sol qui constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. Ils sont traditionnellement les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable car plus à l'abri des pollutions que les eaux de surface (Guergazi & Achour, 2005). La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de ressources aquifères appelées nappes (Degremont, 2005).

### **I.2. L'eau potable**

Selon Hoffman et al. (2014), les eaux potables représentent l'ensemble des eaux dont les propriétés chimiques, bactériologique, biologiques et organoleptiques les rendent propres à la consommation humaine. La plus part des eaux potables proviennent des eaux souterraines et des eaux de sources (Bliefert et Perraud, 2001).

### **I.3. Pollution de l'eau**

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est interface entre l'air et sol. Une eau dite polluée lorsque son équilibre est modifié de façon durable par l'apport en quantités très importantes des substances plus ou moins toxiques, d'origine naturelles ou issues d'activités humaines.



L'activité humaine, qu'elle soit industrielle, urbaine ou agricole, produit une quantité de substance polluantes de toute nature qui sont à l'origine de différents types de pollution qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodique ou encore accidentelles ou aiguës, à la suite du déversement intempestif des produits toxiques d'origine industrielle ou agricole, ou de lessivage des sols urbains lors de fortes pluies (Rodier *et al*, 2005).

### **I.4. Différents types de pollution**

#### **I.4.1. Pollution organique**

Cette forme de pollution constitue la fraction la plus importante. En effet, elle résulte de l'introduction dans milieu de substances organiques provenant de diverses activités : industrielles, agricole, et /ou domestiques (phosphates, matières fermentescibles, etc...) (Khaled, 1995).

#### **I.4.2. Pollution chimique**

Elle est due à des substances en solution. Elle se traduit par un changement de saveur (eau salée ou saumâtre) parfois par l'apparition d'un caractère toxique lorsque le corps dissout est un poison (Leroy, 1999). Ce type de pollution constitue une partie importante de la pollution des eaux de surface.

#### **I.4.3. Pollution physique**

C'est une pollution qui est due à la présence de matière en suspension. Elle se traduit par un trouble ou une coloration plus ou moins prononcée (Leroy, 1999).

### **I.5. Les différents paramètres d'une eau de consommation**

#### **I.5.1. Les paramètres organoleptiques**

Les paramètres organoleptiques comprennent : l'odeur, le goût et la couleur. Ils sont très importants pour la détermination de la qualité de l'eau de consommation (Weiner & Matthews, 2003).

### **I.5.1.1. La couleur**

Paramètre traduisant une nuisance d'ordre esthétique, la coloration des eaux peut :

- Avoir une origine naturelle (présence de fer et de manganèse dans les eaux profondes, des substances humiques dans les eaux de surface).
- Être une des conséquences du phénomène d'eutrophisation (développement excessif d'algues et de plancton) des lacs, étangs, barrages,...etc.
- Avoir une origine industrielle chimique (colorants des tanneries et de l'industrie textile d'impression et teintures) (Mokeddem et Ouddane, 2005).

### **I.5.1.2. L'Odeur**

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matière organique en décomposition.

L'odeur peut être définie comme :

- L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.
- La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances (Rodier et al, 2005)

### **I.5.1.3. Goût et saveur**

-Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche (**Rodier, 2005**).

-Toute eau possède une certaine saveur qui lui est propre et qui est due aux sels et aux gaz dissous.

-Si elle renferme une trop grande quantité de chlore, l'eau aura une saveur saumâtre, si elle contient de forte quantité de sels de magnésium, l'eau aura un goût amer (Mokaddem et Ouddane, 2005).

## **I.5.2. Les paramètres physico-chimiques**

### **I.5.2.1. Température (°C)**

La température est l'un des facteurs écologiques les plus importants tous ceux qui agissent sur les organismes aquatiques. Elle joue un rôle primordial dans la distribution des espèces, aussi bien par ses niveaux extrêmes que par ses variations diurnes ou saisonnières (Arouya, 2011).

### **I.5.2.2. Potentiel d'Hydrogène (pH)**

Le pH d'une eau est une indication de la tendance à être acide ou alcaline et il est fonction de l'activité des ions hydrogène H<sup>+</sup> présent dans cette eau. La détermination du pH constitue les mesures de la concentration des hydrogènes dans l'eau. Sa mesure est très importante car le pH conditionne un grand nombre d'équilibre physico-chimique (Arouya, 2011).

### **I.5.2.3. Conductivité électrique (CE)**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance (inverse de la résistance) d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques. Elle est fonction de la concentration totale en ions, de leur mobilité, de leur valence, de leur concentration relative et de la température, l'unité de la conductivité est le siemens par mètre (S\m), mais dans le cas de l'eau on utilise généralement le microsiemens par centimètre ( $\mu\text{S}\backslash\text{cm}$ ) (Arouya, 2011).

**Tableau 1** : Relation entre la conductivité et la minéralisation de l'eau (Samake, 2002)

<b>Conductivité (<math>\mu\text{S}/\text{Cm}</math>)</b>	<b>Minéralisation de l'eau</b>
<100	Très faible
100 à 200	Faible
200 à 400	Moyenne
400 à 600	Moyenne accentuée
600 à 1000	Importante
>1000	Elevée

#### I.5.2.4. La salinité

La salinité est un facteur écologique propre aux biotopes aquatiques (mais aussi aux sols) qui caractérise leur teneur en sel NaCl et aussi en sels dissous dans les eaux. Par ailleurs, toute modification intempestive de la salinité due à l'action de l'homme peut présenter un impact redoutable sur les biotopes aquatiques concernés (Ramade, 2011).

#### I.5.2.5. Alcalinité

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement de la présence d'hydrogénocarbonates, de carbonates et d'hydroxydes (Rodier et al, 2009)

#### I.5.2.6. La turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble, c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée dans les eaux, par la présence de matière en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les graines de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origines organique ou minérale (Rejsek, 2002).

**Tableau 2 :** Classe des turbidités usuelles (NTU, néphélométrique, turbidité) (Rodier, 1984).

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>50	Eau trouble
NTU> 200	La plus part des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité

#### I.5.2.7. La dureté totale (TH)

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plus part des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent

Quelque fois les ions fer, aluminium. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en  $\text{CaCO}_3$ . Elle est aussi très souvent donnée en degrés français (Rodier et al, 2009).

**Tableau 3** : Degré relatif de dureté de l'eau selon la quantité de carbonate de calcium (CRAAQ, 2003).

Dureté (ppm $\text{CaCO}_3$ )	Degré relatif de dureté
0-50	Très douce
50-100	Douce
100-200	Modérément douce
200-300	Dure
300 et plus	Très dure

### I.5.2.8. Résidu sec

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l (Berne et Jean, 1991).

## I.6. Paramètres de pollution

### I.6.1. Matières organiques

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui peut augmenter après chloration. Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique (Berne et Jean, 1991).

Selon la classification de Rodier et al. (1996) :

-Une eau est très pure pour des valeurs inférieures à 1 mg/l ;

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

### **I.6.2. Les composés azotés**

#### **I.6.2.1. L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )**

L'ammonium constitue le produit de la réduction finale des substances organiques azotées et de la matière inorganique dans les eaux et les sols. Il provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans négliger les apports d'origine domestique, industrielle et agricole.

Cet élément existe en faible proportion inférieur à 0.1mg /l d'azote ammoniacal dans les eaux naturelles. Dans les eaux superficielles, il provient de la matière organique azotée, et des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère (Chapman & Kimstach, 1996).

Il constitue ainsi un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains.

#### **I.6.2.2. Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**

Les nitrates constituent la forme azotée la plus dominante dans les cours d'eau et dans les nappes d'eau souterraine. Ils proviennent généralement de la décomposition de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites et constituent ainsi l'ultime produit de la nitrification (Chapman & Kimstach, 1996).

#### **I.6.2.3. Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car il lui y est souvent associé une détérioration de la qualité microbiologique (Rodier, 1976, Ghazali & Zaid, 2013).

### **I.6.2.4. Les phosphates ( $\text{PO}_4^-$ )**

Sels de l'acide ortho phosphorique, les phosphates représentent des éléments essentiels pour les végétaux autotrophes. Dans les écosystèmes aquatiques, les sédiments stockent des phosphates et constituent ainsi un puits pour ces derniers (Ramade, 1998).

### **I.7. Les éléments minéraux**

#### **I.7.1. Calcium**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature de terrains traversés. Il existe surtout à l'état l'hydrogénocarbonate et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorures, etc. (Rodier, 1976).

#### **I.7.2. Magnésium**

Le magnésium est un élément très répandu dans la nature et il est présent dans la plus part des eaux naturelles, le magnésium contribue à la dureté de l'eau sans être l'élément essentiel et aussi il est indispensable pour la croissance et pour la production de certaines hormones (Savary, 2010).

#### **I.7.3. Sodium**

Le sodium est un élément très soluble et très fréquent dans les eaux ; il peut provenir à partir de plusieurs origines à savoir : la décomposition des sels minéraux tels que les silicates, le lessivage des formations géologiques riches en NaCl, d'eaux salées, des nappes et des rejets d'eaux usées d'origine industrielle et domestique (Rodier et al, 2005).

#### **I.7.4. Potassium**

Le potassium est le cation le plus abondant du liquide intracellulaire et joue un rôle important dans un grand nombre de fonction cellulaires pour lesquelles les besoins de l'organisme par jour sont importants (Houillier et al, 2004).

### **I.7.5. Sulfate**

Les ions sulfates sont utilisés principalement dans l'industrie chimique. Ils sont rejetés dans l'eau à travers les déchets industriels. Cependant les niveaux les plus élevés se produisent habituellement dans les eaux souterraines et proviennent de sources naturelles.

Toutefois, dans les zones où l'approvisionnement en eau potable contenant des niveaux élevés de sulfate, l'eau potable peut constituer la principale source de consommation (OMS, 2003).

### **I.7.6. Chlorure**

Les chlorures présents dans l'eau potable proviennent des eaux usées et des effluents industriels. La principale source d'exposition humaine au chlorure est l'ajout de sels aux aliments. L'apport de cette source est généralement supérieur à celui de l'eau de boisson. Les concentrations excessives de chlorure augmentent les taux de corrosion des métaux dans le système de distribution, cela peut conduire à une augmentation des concentrations de métaux dans les systèmes d'alimentation en eau potable (OMS, 2003).

### **I.7.7. Fer**

Le fer est l'un des métaux les plus abondants dans la croûte terrestre. Il se trouve dans l'eau douce naturelle à des niveaux allant de 0.5 à 50mg/litre. Le fer peut également être présent dans l'eau de boisson à la suite de l'utilisation de coagulants de fer ou de la corrosion de l'acier et des tuyaux en fonte pendant la distribution de l'eau. Le fer présent dans l'eau potable est un élément essentiel dans la nutrition humaine (OMS, 2003).

### **I.8. Définition d'une norme :**

Une norme est un critère de référence établi conformément à une réglementation ou une référence minimale, moyenne ou supérieure. Elle permet de comparer une situation par rapport à une valeur seuil et de définir des conditions acceptables par rapport à celle qui ne le serait pas (Hoffman et al, 2014).



### I.8.1. Différentes normes applicables aux eaux de consommation

#### I.8.1.1. La réglementation algérienne

Ces textes sont tirés du journal officiel de la république Algérienne (N°3517-Aoul Safar 1432 /27 Mai 2011).

#### I.8.1.2. Norme de potabilité des eaux de consommation

La présente norme algérienne NA 6360-1992 est inspirée des normes de l'Organisation

Mondiale de la santé (OMS) relatives aux eaux et des normes prescrites dans les directives de la communauté Economique Européenne (CEE).

**Tableau 4 :** Normes OMS (2003) et Algériennes des paramètres physico-chimiques pour l'eau potable.

Substances	Unité	Normes OMS	Normes Algériennes
Température	°C	<25	<5
pH	pH	> 6,5 et <9,5	> 6,5 et <9
Conductivité	µS/Cm	<2100	<2800
TA	mg/l	<15	<5
TAC	mg/l	<15	<500
Turbidité	NTU	<2,5	<2
Dureté	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	<500	<500
Ammonium	mg/l	<0,5	<0,5
Nitrite	mg/l	<0,1	<0,1
Nitrate	mg/l	<50	<50
Phosphate	mg/l	<0,5	<0,5

<b>Calcium</b>	mg/l	<270	<200
<b>Magnésium</b>	mg/l	<50	<50
<b>Sulfate</b>	mg/l	<400	<400
<b>Chlorure</b>	mg/l	<250	<500
<b>Fer</b>	mg/l	<0,3	<0,3
<b>Résidu sec</b>	mg/l	<1500	<2000

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

### II.1. Présentation de la zone d'étude Hamma Bouziane

#### II.1.1. Caractéristique géographique et géologique de Hamma Bouziane

Hamma Bouziane est une commune de la wilaya de Constantine, située au Nord-Ouest, s'éloignant d'une distance de 9km de cette dernière.

Elle est limitée par les communes suivantes :

- Au Nord par la commune de Beni Hemidane.,
- au Nord-Est par la commune de Didouche Mourad,
- le Sud et Sud-Est par la commune de Constantine,
- à l'Ouest par la commune de Messaoud Boudjriou,
- et le Sud-Ouest par la commune d'Ibn Ziad.

Les coordonnées géographiques de cette zones sont de "36° 24' 43" au Nord et 6° 35' 46" à l'Est, l'altitude est de 410 m.

Son relief se caractérise d'une façon générale par une surface plate, avec la présence de quelques plaines environnantes. Cette région est connue par un microclimat humide (Boumaouche et Bouchahm, 2017).

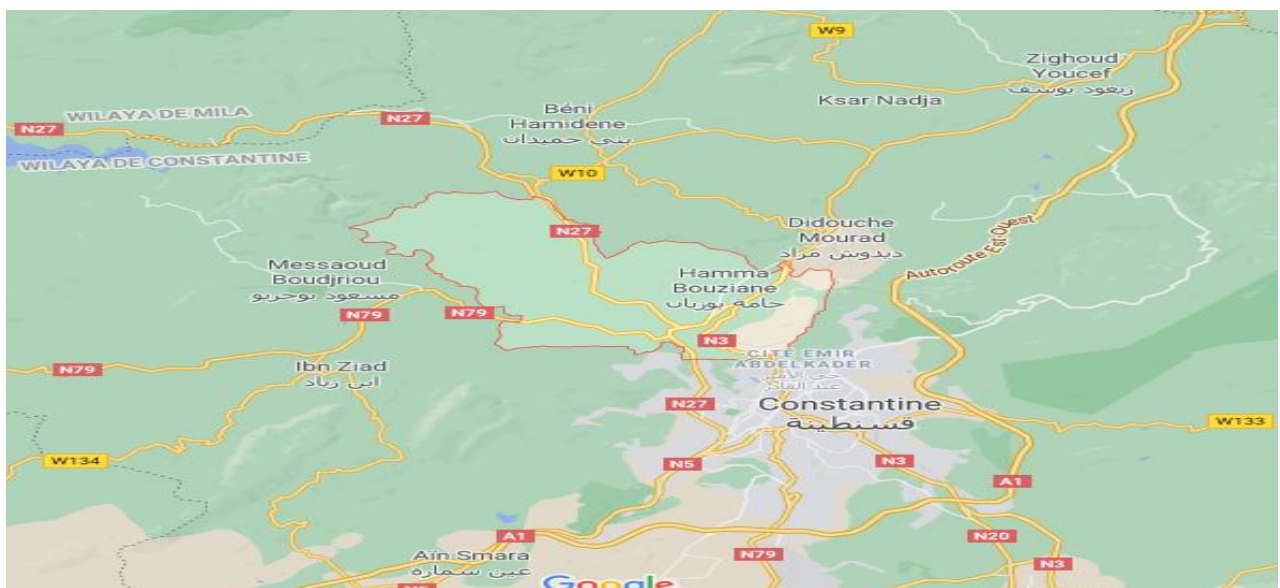


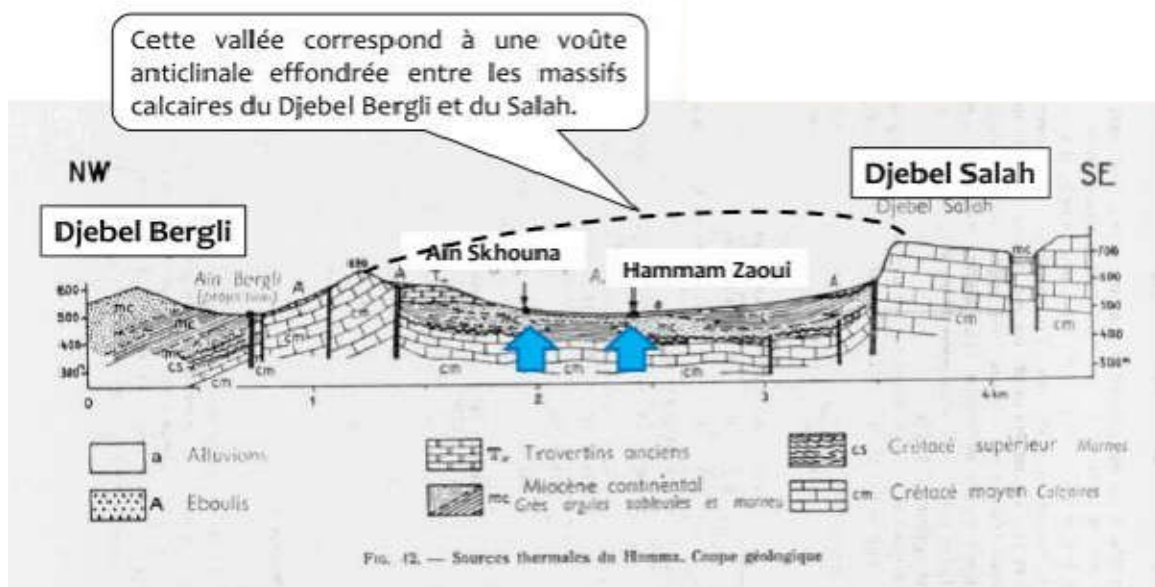
Figure 1 : Situation géographique de Hamma Bouziane (Google maps 2021).

### II.1.2. Caractéristique climatologique du Hamma Bouziane

Le climat du Hamma Bouziane est chaud et tempéré avec une température moyenne de 16,2°C. La pluie dans cette commune est surtout hivernale et relativement très faible en été. Il tombe en moyenne 671 mm de pluie par an (Dumas, 2015).

### II.1.3. Situation des champs captant de Hamma Bouziane

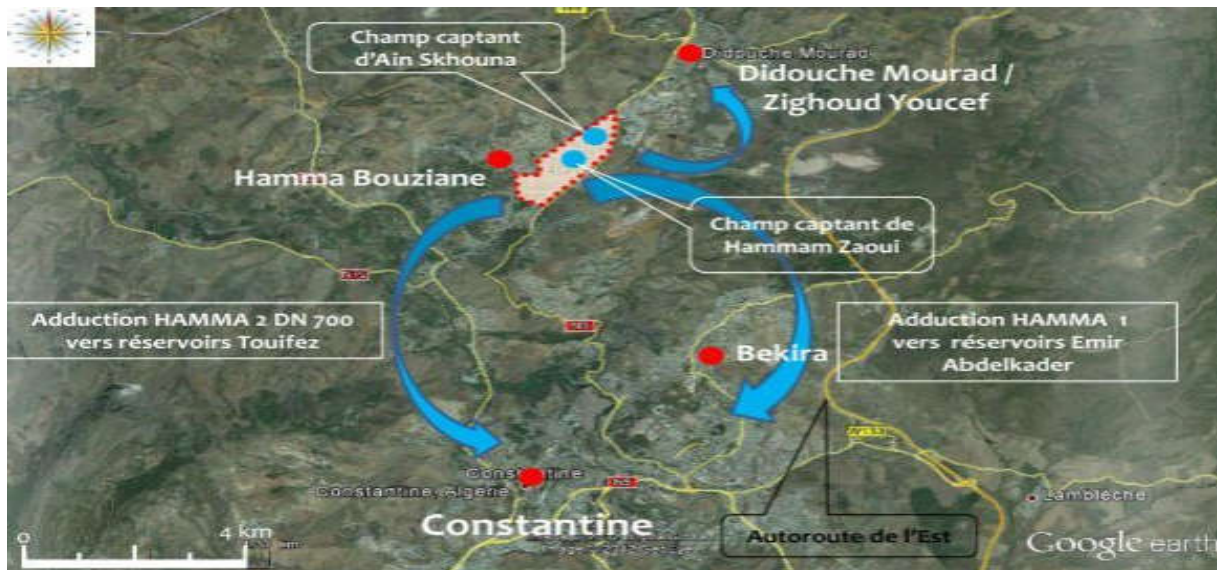
Les sources thermo-minérales du Hamma Bouziane à partir desquelles se sont développés les champs captant de Hammam Zaoui et Aïn Skhoua, qui sont situées dans une petite vallée affluente de celle du Rhumel à quelques kilomètres au nord de Constantine. Cette vallée correspond à une voûte anticlinale effondrée entre les massifs calcaires du Djebel Bergli et du Djebel Salah (Algérienne des eaux, 2006).



**Figure 2** : Coupe géologique du Hamma Bouziane (SEACO).

Ces champs captant alimentent en eau potable les villes suivantes :

- La ville de Constantine à partir du site d'Aïn Hammam Zaoui.
- La ville de Didouche Mourad à partir du site d'Aïn Skhoua.
- La ville de Hamma Bouziane à partir du site du forage F2.
- La ville de Zighoud Yousef à partir du site d'Aïn Skhoua.



**Figure3** : Situation des champs captant de Hammam Zaoui et Aïn Skhouna (SEACO).

## II.2. Travail sur terrain

Nous avons effectué le prélèvement des échantillons d'eau souterraine sur terrain avec le personnel de SEACO (période de stage, juin, juillet 2021) sous la direction de madame Boukhalfa.

09 points de prélèvement ont été choisis pour cet échantillonnage.

### II.2.1. Sites de prélèvement

#### II.2.1.1. Réservoir Ain Chaouch

Ce réservoir est d'une capacité de  $1000\text{m}^3$ , il est alimenté à partir de la source d'Ain Chaouch, Ce dernier fait parti du champ captant Hammam Zaoui (fig.4).

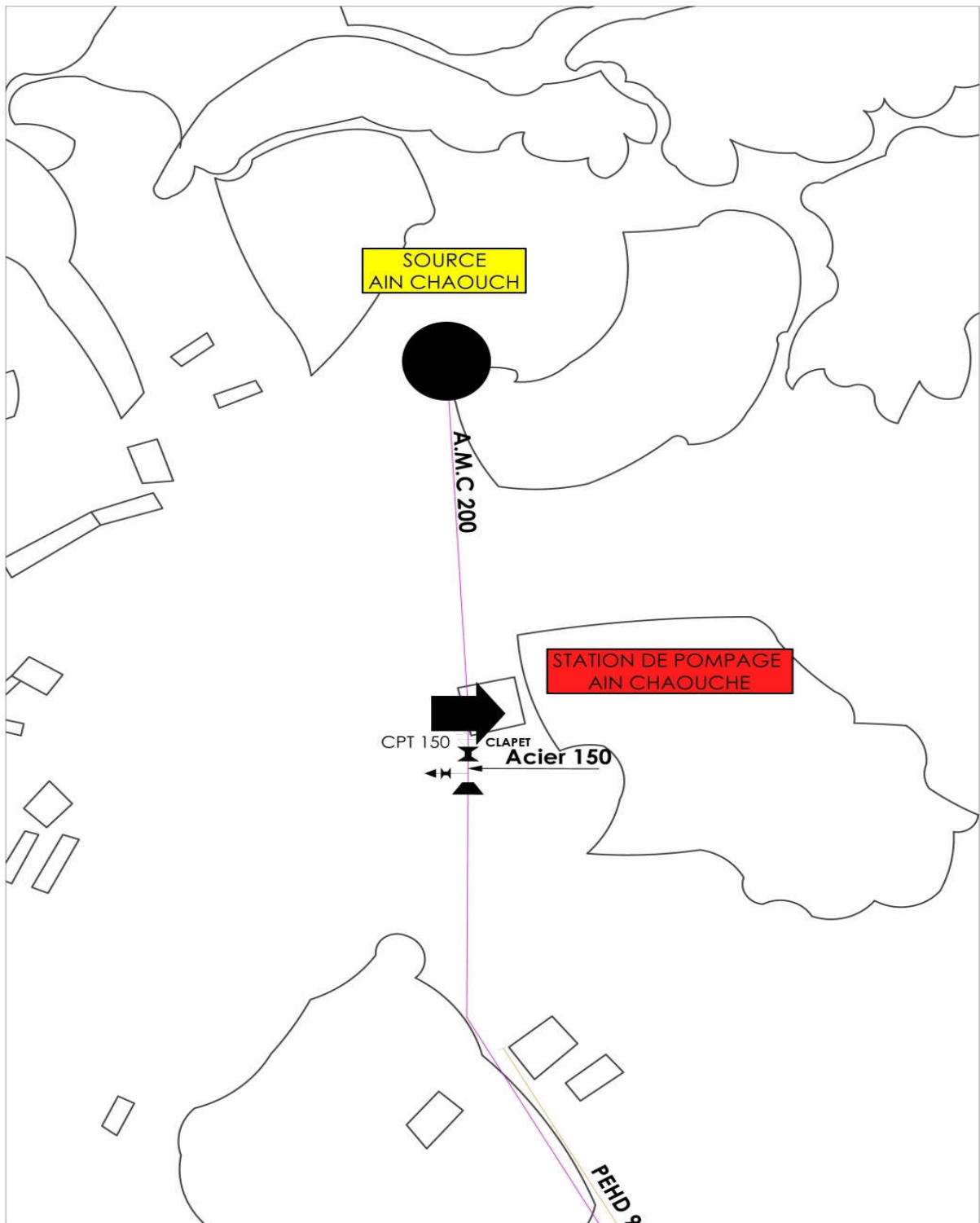


Figure 4 : Installation de réservoir Ain Chaouch (Roger, 1968)



**II.2.1.2. Réservoir Boulemnadjel**

Ce réservoir est d'une capacité de  $2 \times 500 \text{m}^3$ , il est alimenté par le forage By-Pass, Ce dernier fait partie du champ captant Ain Skhouna (fig.5).



**Figure 5 :** Installation de réservoir Boulemnadjel (GOOGLE MAPS 2021).



**II.2.1.3. Réservoir Face hôpital**

Ce réservoir est d'une capacité de 1000m<sup>3</sup>, Il est alimenté par la station de pompage d'Ain Skhouna selon la fig. 6.



**Figure 6 :** Installation de réservoir Hôpital (GOOGLE MAPS 2021).

#### II.2.1.4. Réservoir Ghirène

Ce réservoir est d'une capacité de  $1300\text{m}^3+500\text{m}^3$ , il est alimenté par le forage F2. Ce dernier fait partie du champ captant Ain Skhouna (fig.7).



Figure 7 : Installation de réservoir Ghirène (GOOGLE MAPS 2021).



#### II.2.1.5. Réservoir Békira

Ce réservoir est d'une capacité de 2000m<sup>3</sup>, il est alimenté par Boutamina, Ce dernier fait parti de Hammam Zaoui (fig.8).



**Figure 8** : Installation de réservoir Békira (GOOGLE MAPS 2021).

II.2.1.6. Station de pompage d'Ain Skhouna

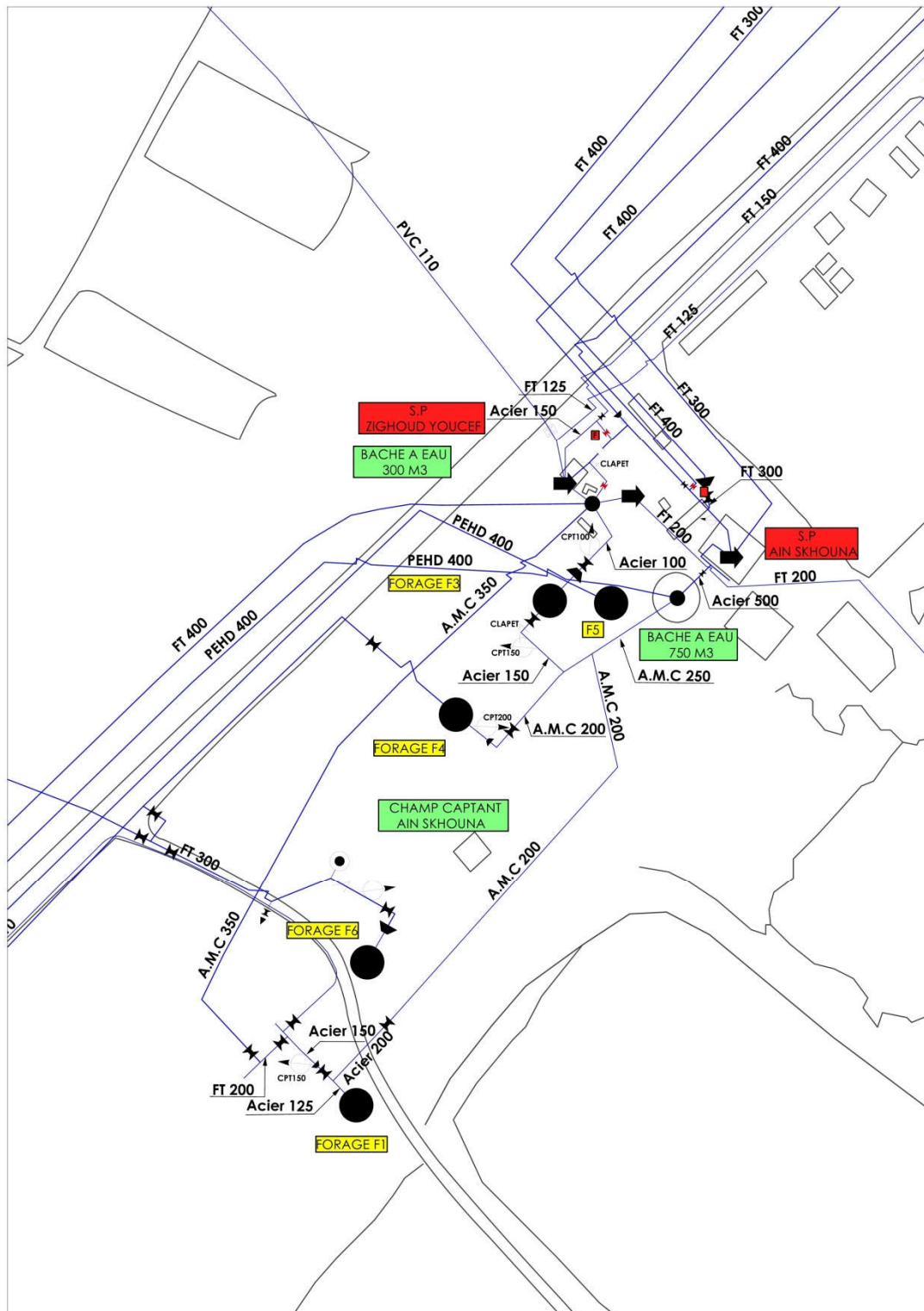
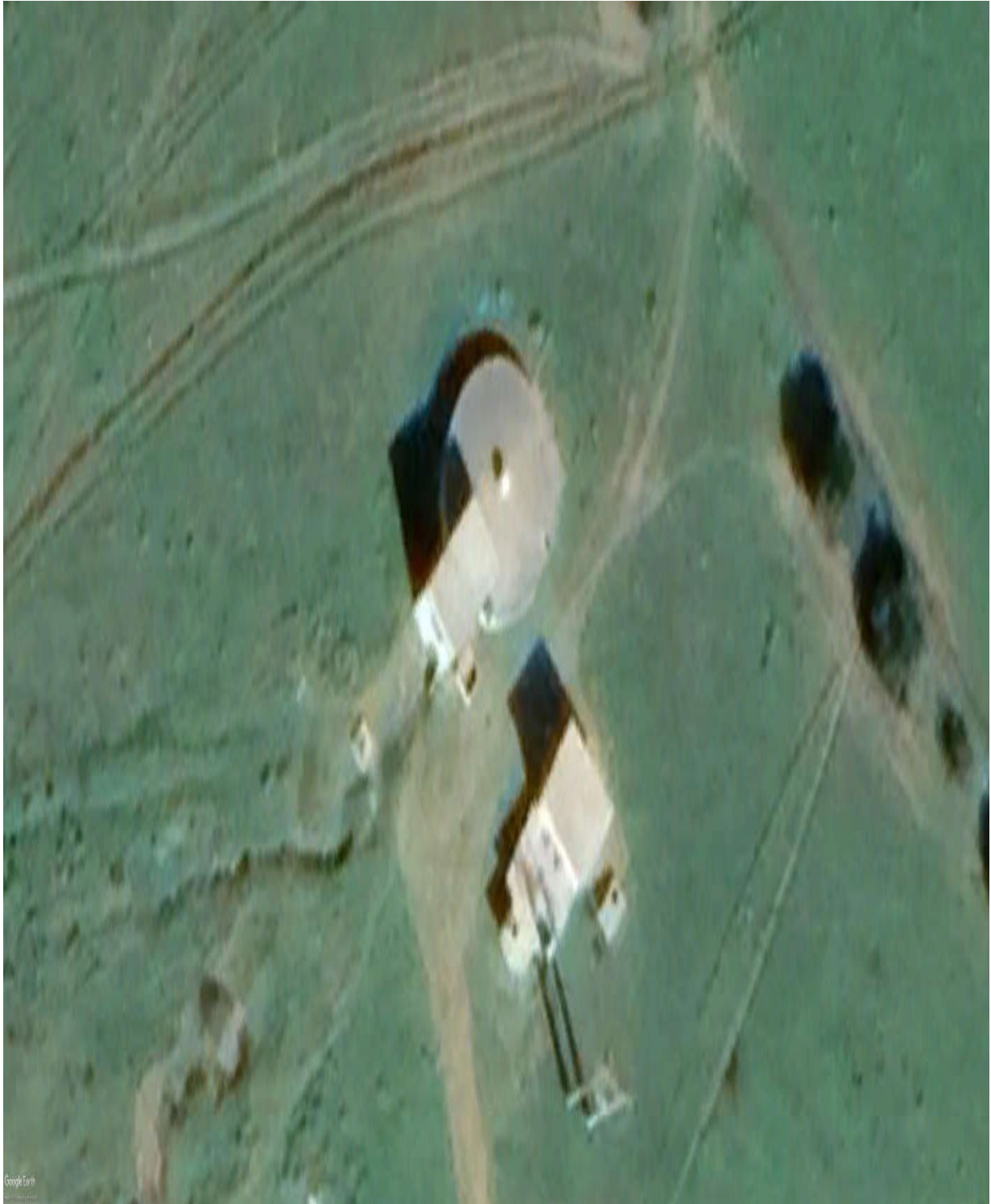


Figure 9 : Installation de station de pompage Ain Skhouna (Roger, 1968)

### II.2.1.7. Réservoir Djeloulia

Ce réservoir est d'une capacité de 200m<sup>3</sup>, il est alimenté par la source Djeloulia (fig. 10).

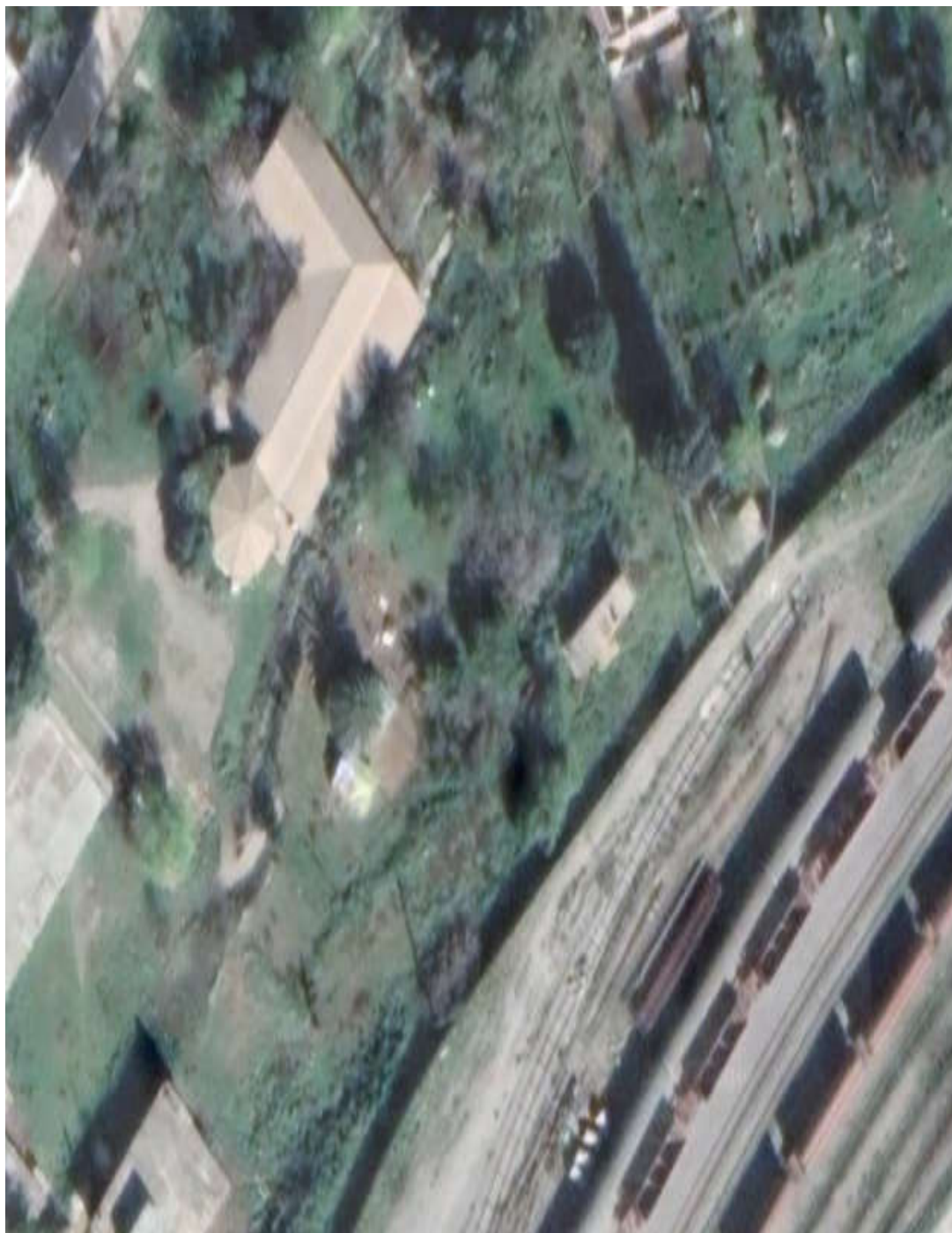


**Figure 10 :** Installation du réservoir Djeloulia (GOOGLE MAPS 2021).



### II.2.1.8. Forage Infra fer

Ce forage est alimenté par les eaux du champ captant Hammam Zaoui (fig.11.)



**Figure 11** : Forage Infra fer (GOOGLE MAPS 2021).

### **II.2.2. Calendrier de prélèvement**

Le calendrier de prélèvement est représenté dans le tableau suivant :

**Tableau 5** : Calendrier de prélèvement des échantillons

Date	Heure	Température	Climat
22/06/2021	9h à 13h	30°C	Chaud

### **II.2.3. Échantillons d'eau**

Pour évaluer la qualité de l'eau de cette commune, des mesures et des dosages ont été effectués sur des échantillons d'eaux.

Toutes les méthodes et dosages ont été effectués durant notre période de stage passée au niveau de l'agence SEACO.

#### **II.2.3.1. Prélèvement des échantillons d'eau**

Les prélèvements des échantillons d'eau ont été faits de la manière suivante :

On ouvre le robinet et on laisse couler l'eau pendant au moins une minute. Ensuite on utilise des flacons en verre, rincés plusieurs fois avec de l'eau à analyser puis remplis totalement. Les flacons contenant les échantillons d'eau prélevée ont été identifiés. Chaque flacon doit porter une étiquette indiquant l'origine, le lieu, la date et l'heure du prélèvement.

#### **II.2.3.2. Conservation des échantillons**

Les échantillons ont été conservés contre les rayonnements solaires dans une glacière munie d'accumulateurs de froids à une température de 4°C et transportés au laboratoire.



**Figure 12** : Glacière pour la conservation des échantillons

### **II.3. Mesures et analyses**

#### **II.3.1. Méthodes d'analyse des paramètres physico-chimiques**

##### **II.3.1.1. Mesure du chlore**

La détermination de chlore a été effectuée sur terrain par la méthode colorimétrique, en utilisant un comparateur de chlore de marque CHEKIT LOVIBOND147040.

Dans un tube de 10 ml d'eau a analysé on ajoute un comprimé du réactif DPD1 (Diprophyl-phénylène diamine), on mélange l'échantillon pour avoir un colorant rouge violet. La lecture est effectuée avec un comparateur de couleur en tournant le disque jusqu'à obtenir la même couleur que le tube traité. Les résultats sont exprimés en mg/l.



**Figure 13** : Photos de la détermination du chlore

##### **II.3.1.2. Mesure de la température**

La mesure de la température a été effectuée sur terrain en utilisant un thermomètre gradué au 1/10 et en respectant les consignes de Rodier et al, (2005).

##### **Mode opératoire**

- plonger le thermomètre dans l'eau a analysé à environ 15 cm de profondeur
- Attendre la stabilisation de l'appareil et on réalise la lecture
- Les résultats sont exprimés en °C



### II.3.1.3. Mesure du pH

Le pH a été mesuré avec un pH mètre électro métrique de type Sension3 HACH.

#### Mode opératoire

- Etalonner le pH mètre avec des solutions tampons à pH 4, 7, 9 ;
- On plonge l'électrode dans l'eau à environ 6 à 8 cm de la surface ;
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée après chaque mesure de l'eau ;
- Faire la lecture après stabilisation du pH à une température de 20°C ;
- Les résultats sont exprimés en unité de pH.



Figure 14 : appareil de pH mètre de type Sension3-HACH

### II.3.1.4. Mesure de la conductivité électrique

La conductivité électrique a été mesurée avec un conductimètre de type Sension+ EC7-HACH

#### Mode opératoire

- Etalonner le conductimètre avec des solutions de chlorure de potassium (KCL) ;
- On plonge l'électrode dans l'échantillon à environ 6 à 8cm de la surface ;
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée après chaque mesure de l'eau ;
- Faire la lecture après stabilisation du conductimètre, on note la valeur enregistrée ;
- Faire la lecture de la salinité en appuyant sur le bouton NaCl de l'appareil ;
- Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



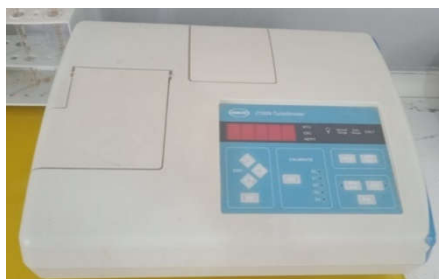
**Figure 15 :** Appareil de conductimètre de type Sension+ EC7-HACH

### **II.3.1.5. Mesure de la turbidité**

La turbidité a été mesurée à l'aide d'un turbidimètre de type 2100N HACH

#### **Mode opératoire**

- Ajouter 10 ml de l'échantillon d'eau dans des flacons spéciaux ;
- On effectue rapidement la mesure et on note la valeur ;
- Les résultats sont exprimés en unité néphélométrie (NTU).



**Figure 16 :** Appareil de turbidimètre de type 2100N-HACH

### **II.3.1.6. Détermination de l'alcalinité TA et TAC**

- Le titre alcalimétrique ou TA mesure le teneur en alcalins libres et en carbonates alcalins caustique.
- Le titre alcalimétrique totale ou TAC mesure le teneur en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonates

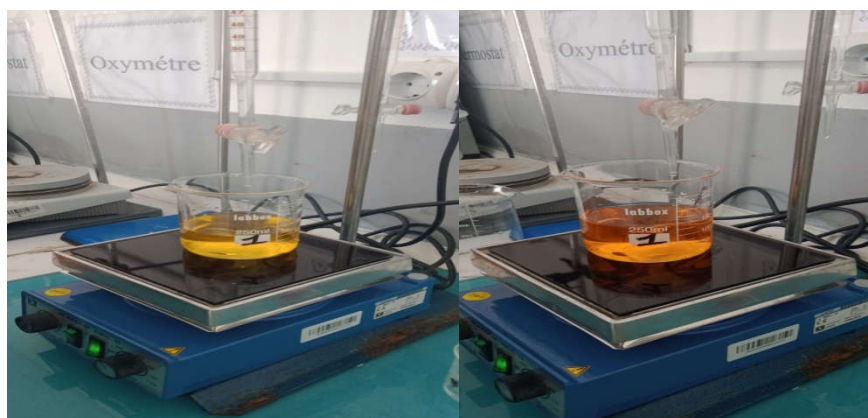
#### **Mode opératoire de TA**

- On prélève 100 ml d'eau à analysé ;

- On ajoute 2 gouttes de solution alcoolique de phénolphtaléine, une coloration rose doit se développer dans le cas contraire le TA est nul ;
- On verse ensuite l'acide HCl et on agite jusqu'à la décoloration complète de la solution ;
- Les résultats sont exprimés en mg/l.

### Mode opératoire de TAC

- On utilise l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif s'il n'y a pas eu de coloration
- On ajoute 2 gouttes de solution de Méthyle orange
- Titre après avec le HCl jusqu'à ce que la solution vire du jaune au jaune orangé ;
- Les résultats sont exprimés en mg/l.



Avant titrage

Après titrage

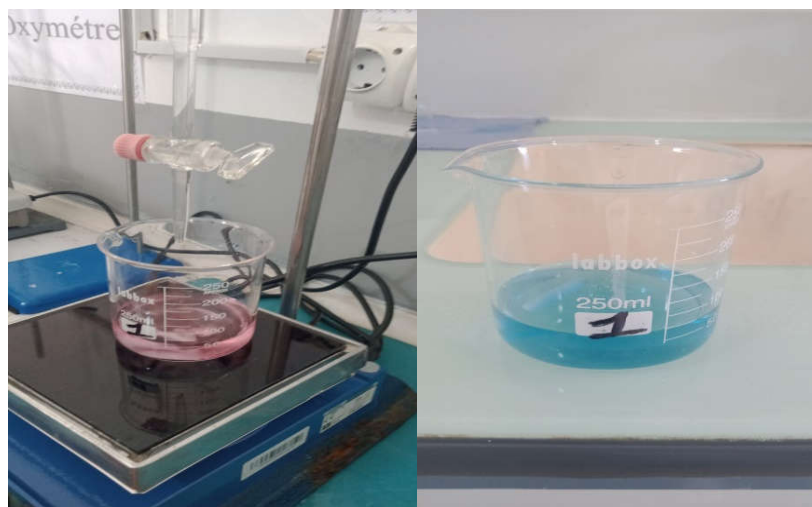
Figure 17 : Photos de dosage de TAC

### II.3.1.7. Dureté totale (TH)

La dureté totale est la concentration d'une eau en ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ).

#### Mode opératoire

- Prélever 50ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 4 ml de la solution  $\text{NH}_4\text{OH}$  ;
- Ajouter une pincée de l'indicateur ;
- Vérifier le pH car il doit être 10 ;
- Titre avec l'EDTA tout en agitant constamment jusqu'au virage du violet au bleu.



Avant titrage

Après titrage

**Figure 18** : Photos de dosage de la dureté

#### II.3.1.8. Résidu sec

La détermination de résidu sec permet d'estimer la teneur en matière dissoute et en suspension d'une eau. Il est aussi un indicateur de minéralisation.

#### Mode opératoire

- Prélever 25 ml d'eau à analyser dans un bécher ;
- Placer l'étuve à 180°C pendant 4 heures, puis laisser refroidir pendant 15 min au dessiccateur, puis on pèse immédiatement l'échantillon ;
- Les résultats sont exprimés en mg/l.
- Le poids de résidu sec = le poids de verre de montre rempli – le poids de verre de montre vide.



**Figure 19** : Photos de détermination de résidu sec

### II.3.1.9. Paramètres de pollution

#### II.3.1.9.1. Matière organique

##### Mode opératoire

- Prélever 100 ml d'eau a analysé ;
- Ajouter 5 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dilué et porter à ébullition pendant 1 min ;
- Ajouter 15 ml de  $\text{KMnO}_4$  à 0.01N avec 10 min d'ébullition régulière et douce ;
- Ajouter 15 ml d'acide oxalique à 0.01N ;
- Titrer à chaud avec  $\text{KMnO}_4$  à 0.01 jusqu'à l'obtention d'une coloration rose claire persistante.



Avant titrage

Après titrage

Figure 20 : Photos de dosage de la matière organique

#### II.3.1.9.2. Ammonium

##### Mode opératoire

- Prélever 40 ml d'eau a analysé ;
- 4 ml réactif 1 ;
- 4 ml réactif 2 ;

- Puis ajuster à 50 ml et attendre le temps de la réaction d'une durée d' 1h30min ;
- Mettre dans des cuves et passer au spectrophotomètre ;
- Les résultats sont exprimés en mg/l.



**Figure 21** : Photo de dosage d'Ammonium

### II.3.1.9.3. Nitrite

#### Mode opératoire

- Prélever 50 ml d'eau a analysé dans une fiole jaugée ;
- Ajouter 1 ml de réactif de diazotation, attendre 10 min ;
- Mettre dans des cuves et passer au spectrophotomètre ;
- Les résultats sont exprimés en mg/l.



**Figure 22** : Photo de dosage de Nitrite

### II.3.1.9.4. Nitrate

La mesure de nitrate a été effectuée selon une méthode automatique en utilisant le test en cuve LCK339 et un photomètre model DR5000 de la marque HACH. Le photomètre identifie le teste en cuve à partir de son code barre (IBR+).

#### Mode opératoire

- Ajouter 1 ml d'eau a analysé ;
- Ajouter 0.2 ml de réactif A ;
- Agiter et attendre pendant 15 min ;
- Passer au spectrophotomètre ;
- Les résultats sont exprimés en mg/l.



Figure 23 : Photos de teste en cuve de Nitrate LCK339

### II.3.1.9.5. Phosphate

#### Mode opératoire

- Prélever 40 ml d'eau a analysé ;
- Ajouter 1 ml d'acide Ascorbique ;
- Ajouter 2 ml du réactif mélange (Molybdate Acide) ;

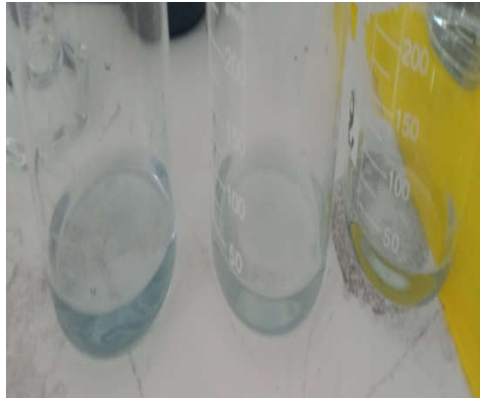


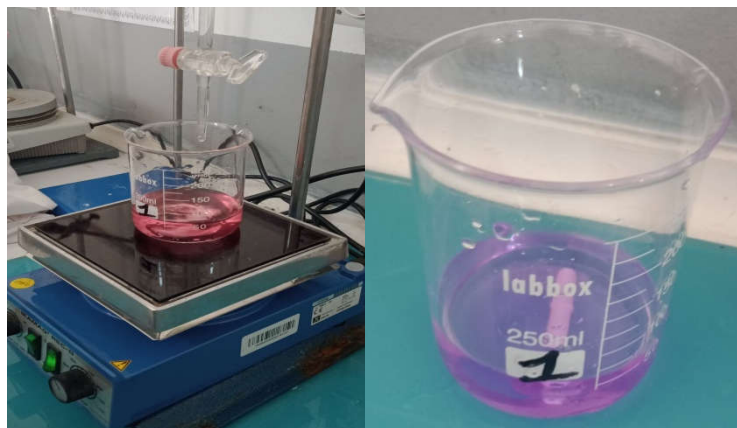
Figure 24 : Photo de dosage de Phosphate

### II.3.1.10. Les éléments minéraux

#### II.3.1.10.1. Calcium

##### Mode opératoire

- Prélever 50 ml d'eau a analysé ;
- Ajouter 2 ml de solution de NaOH et une pincée d'indicateur Murexide ;
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage du rose au violet.



Avant titrage

Après titrage

Figure 25 : Photos de dosage de Calcium



### II.3.1.10.2. Magnésium

La mesure de Magnésium a été effectuée selon une méthode automatique en utilisant le test en Cuve LCK326 et un photomètre model DR5000 de la marque HACH. Le photomètre identifie le teste en cuve à partir de son code barre (IBR+).

#### Mode opératoire

- Ajouter 3 ml de réactif A ;
- Attendre 2 min et passer au spectrophotomètre ;
- Ajouter 2 ml d'eau a analysé ;
- Attendre 1 min et passer au spectrophotomètre.



Figure 26 : Photos de teste en cuve de Magnésium LCK326

### II.3.1.10.3. Sulfate

#### Mode opératoire

- Prélever 20 ml d'eau a analysé puis compléter à 100 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 5 ml de la solution stabilisante ;
- Ajouter 2 ml de chlorures de baryum ;
- Agiter pendant 1 min et passer au spectrophotomètre.



Figure 27 : Photo de dosage de Sulfate

#### II.3.1.10.4. Chlorure

##### Mode opératoire

- Prélever 100 ml d'eau distillée et de l'eau a analysé ;
- Ajouter 1 ml de réactif de Chromate de potassium ;
- Titrer par le nitrate d'argent  $\text{AgNO}_3^-$  jusqu'au virage du jaune au brun rougeâtre.

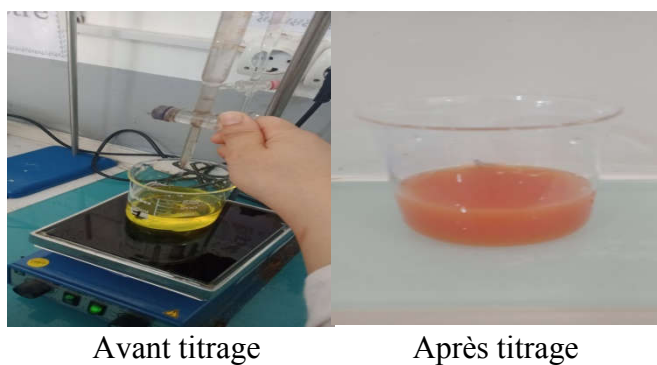


Figure 28 : Photos de dosage de Chlorure

#### II.3.1.10.5. Fer

La mesure du Fer a été effectuée selon une méthode automatique en utilisant le test en cuve LCK321 et un photomètre model DR5000 de la marque HACH. Le photomètre identifie le teste en cuve à partir de son code barre (IBR+).

### Mode opératoire

- Prélever 2 ml d'eau a analysée ;
- attendre 15 min et faire passer à spectrophotomètre ;
- Les résultats sont exprimés en mg/l.



**Figure 29** : Photos de teste en cuve de Fer LCK321

### II.3.2. Solution de nettoyage de la verrerie

Il est important de le signaler qu'après chaque analyse et dosage il faut nettoyer la verrerie par l'utilisation de Chlorhydrique HCl sous la hotte, ensuite rincer avec de l'eau de robinet, et enfin rincer 2 ou 3 fois avec de l'eau distillée.

## **Chapitre III : Résultats et discussion**

### III.1. Interprétation et discussion des résultats

Dans ce chapitre nous présentons les résultats et discussion des analyses des différents prélèvements d'eau souterraine de la commune de Hamma Bouziane et cela pour suivre et évaluer leur qualité surtout que ces eaux sont fournies à la consommation humaine.

Il est important de le signaler que ces résultats sont obtenus durant notre période de stage effectuée au niveau de l'agence SEACO durant les mois juin et juillet de l'année 2021.

Les résultats obtenus sont comparés aux normes de la législation algérienne (JORA, 2011) et OMS (2003).

**Tableau 6 :** Résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux souterraines de la commune de Hamma Bouziane.

Paramètres physico-chimiques	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	F1
Chlore	0,1	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	Brute
Température	19,4	22,5	24	21	19	20,8	22,1	19,03
pH	7,25	7,14	7,16	7,04	7,24	6,74	7,32	6,67
Conductivité	1224	1085	1065	1090	1076	1205	1834	1088
Turbidité	1,26	0,51	0,55	0,71	0,89	0,87	1,25	6,66
Dureté totale	496	440	24	430	440	440	670	496
TAC	441,64	457,12	36,5	425,78	341,6	439,2	516	451,4
TA	0	0	0	0	0	0	0	0
Matière organique	1,72	1,68	3,5	1,23	1,20	1,23	1,47	1,50
Ammonium	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitrites	0	0	0	0	0,03	0	0	0

Nitrates	9,41	7,46	0,87	3,89	8,2	7,59	42,5	7,89
Phosphate	0	0	0	0,01	0	0	0,17	1,07
Calcium	129,85	124,25	15,5	120,24	132,26	122,64	158,71	132,26
Magnésium	43,8	42	44,4	46,2	41,4	43,9	46	43,7
Sulfate	344,6	140,2	97,30	353,6	132	301,5	267	143
Chlorure	143,64	145,35	19	138,29	141,81	131,2	226,9	135,43
Fer	0,04	0	0	0	0	0,03	0,08	0,02
Résidu sec	720	840	48,68	1200	777	490	1200	800

### III.2. Mesure des paramètres physico-chimiques

#### III.2.1. Chlore

Le chlore est un désinfectant qu'on ajoute à l'eau potable pour réduire ou éliminer les microorganismes. C'est la dernière étape de traitement de potabilisation.

D'après le tableau 6 et la figure 29, la valeur la plus faible en chlore de ces eaux est de 0.1 mg/l, elle a été enregistrée au niveau du réservoir Ain Chaouch tandis que la plus élevée est de 0.6 mg/l enregistrée au niveau du réservoir Djeloulia.

De ces résultats on remarque que les eaux des réservoirs R1 R2 R3 R4 R5 R6 et R7 sont des eaux traitées à l'exception du forage F1 Infra fer qui représente une eau brute.

Ces résultats démontrent que les valeurs du chlore dans ces eaux répondent aux normes JORA (2011) et OMS (2003) pour une eau potable et qui sont de 0,1 à 0,6 mg/l.

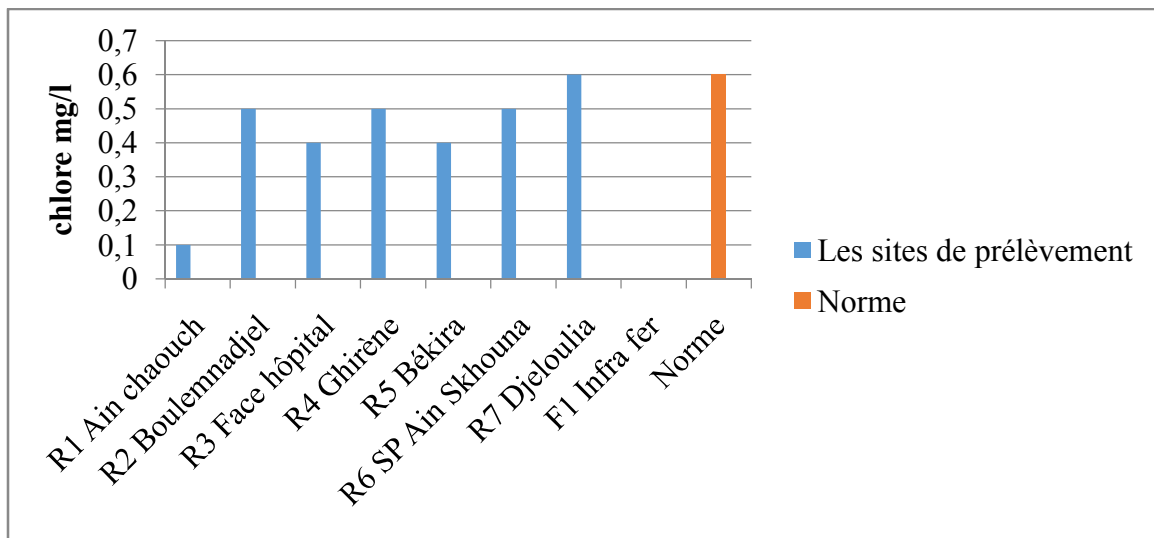


Figure 30 : Variation de la teneur en chlore dans les eaux étudiées

### III.2.2. Température

Les variations de la température des eaux durant la période d'étude sont représentées dans le tableau 6 et la figure 30.

De ces résultats on remarque que les températures enregistrées sont comprises entre 19 (R5), et 24°C(R3). Les valeurs obtenues sont conformes aux normes algériennes (JORA, 2011) qui est <25°C et aux normes de potabilité de l'eau fixées par l'OMS (2003).

La qualité de l'eau est excellente lorsque la température varie entre 20 et 22°C, elle est passable dans l'intervalle de 22 à 25°C et médiocre si elle est comprise entre 25 et 30°C (Kahoul & Touhami, 2014).

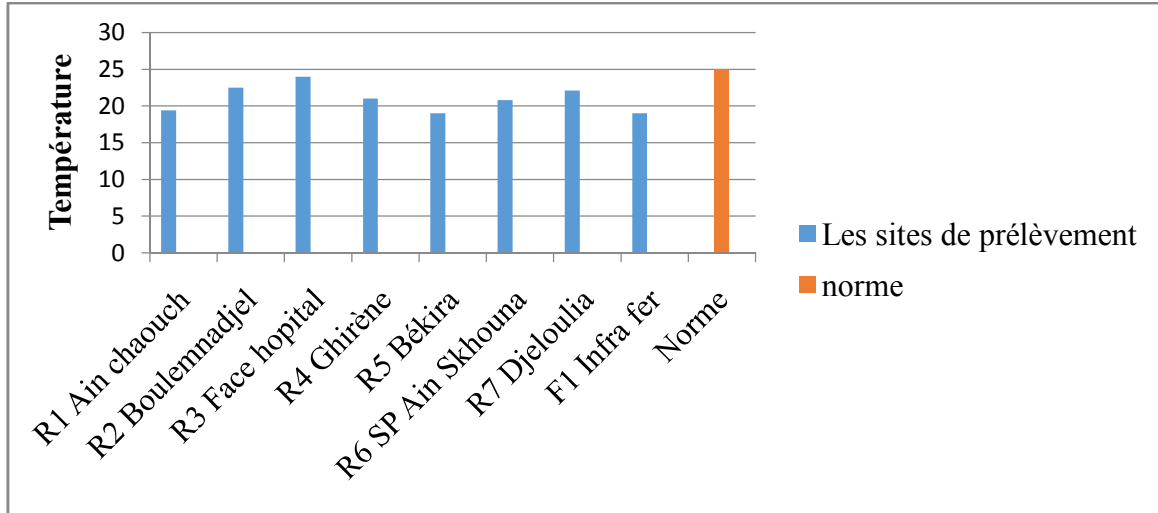


Figure 31 : Variation de la température des eaux étudiées

### III.2.3. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le tableau 6 et la figure 31 démontrent que la valeur minimale du pH est de 6.67 enregistrée au niveau du forage F1 Infra fer et la valeur maximale est de 7.32 enregistrée au niveau du réservoir R7 Djeloulia.

Le pH représente la concentration en ions hydrogènes dans une solution. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. Dans les eaux natures, les valeurs du potentiel d'hydrogène se situent entre 6 et 8,5 (Chapman et al, 1996).

Selon Rodier et al. (1996), le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité. Les eaux très calcaires ont un pH élevé et celles provenant de terrains pauvres en calcaires ou siliceux ont un pH voisin de 7 et quelquefois un peu inférieur avoisinant 6.

Les valeurs du pH d'une eau de bonne qualité et propre à la consommation se situent entre 6 et 8,5.

De ces résultats, on remarque que ces eaux sont faiblement alcalines et répondent aux normes d'une eau potable comprise entre 6,5 et 9 imposées par la législation algérienne (JORA, 2011) et OMS (2003).



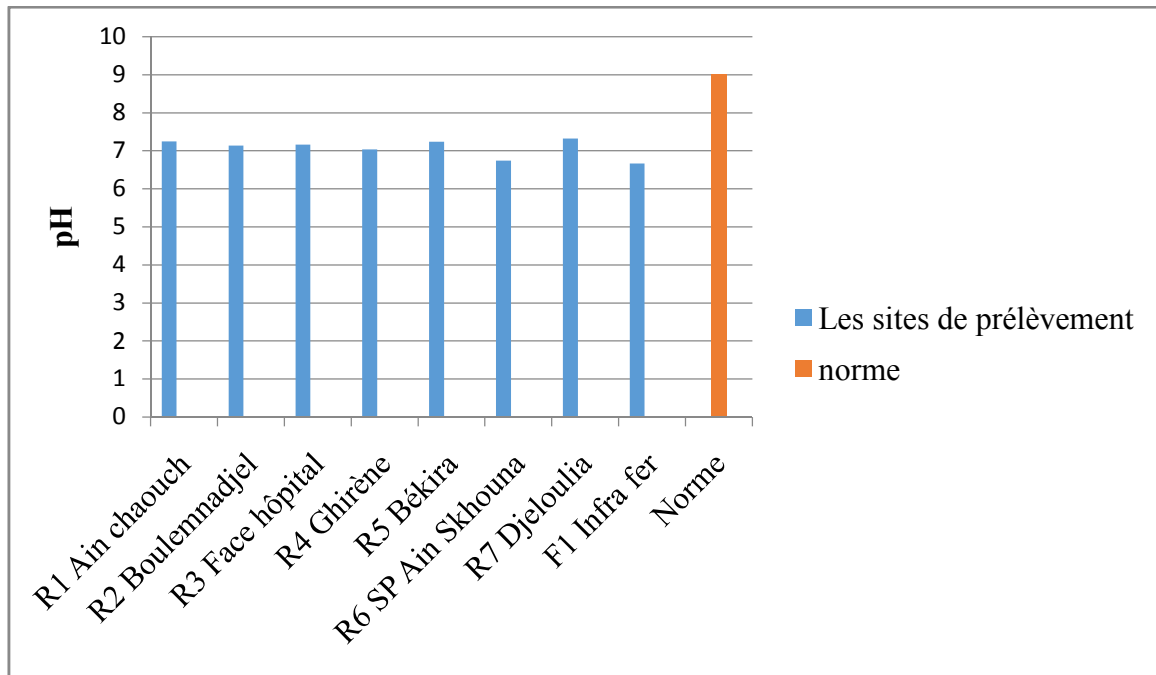


Figure 31 : Variation du pH des eaux étudiées

#### III.2.4. Conductivité électrique

La conductivité électrique des eaux fournit une information globale sur la quantité des sels dissous qu'elles renferment (Sari, 2014)

Les valeurs de la conductivité électrique des eaux étudiées (tableau 6, figure 32) montrent que la valeur minimale est de 1065  $\mu\text{S}/\text{cm}$  enregistrée au niveau du réservoir R3 Face hôpital et la valeur maximale est de 1834  $\mu\text{S}/\text{cm}$  enregistrée au niveau du réservoir R7 Djeloulia. De ces résultats, ces eaux sont fortement minéralisées.

En conclusion la conductivité électrique de ces eaux répond aux normes de l'eau potable et qui est de 2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (JORA, 2011 ; OMS, 2003).

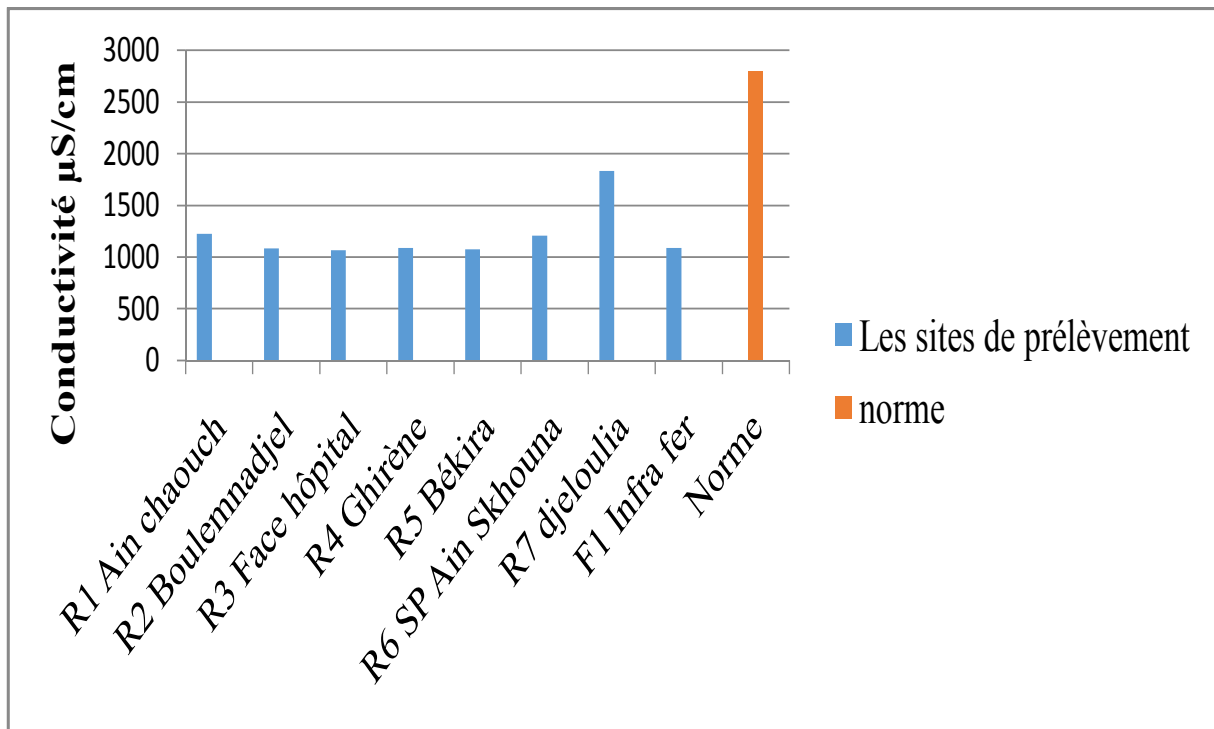


Figure 32 : Variation de la conductivité électrique des eaux étudiées

### III.2.5. Alcalinité

#### III.2.5.1. Titre alcalimétrique complet TAC

Selon les valeurs de titre alcalimétrique complet des eaux étudiées on remarque que la valeur minimale de 36,5 mg/l est enregistrée au réservoir R3 Face hôpital et la valeur maximale 505mg/l enregistrée au réservoir R7 Djeloulia (tableau 6, figure 34).

De ces résultats, les eaux de R1, R2, R3, R4, R5, R6 et F1 répondent aux normes JORA (2011) et OMS (2003) pour l'eau potable qui est de 500 mg/l à l'exception de R7 Djeloulia qui présente une eau très riche en bicarbonate.

D'après les analyses de l'eau nous avons  $TH > TAC$ , ceci donne une eau hydrogénocarbonate calcique (Melghit, 2013).

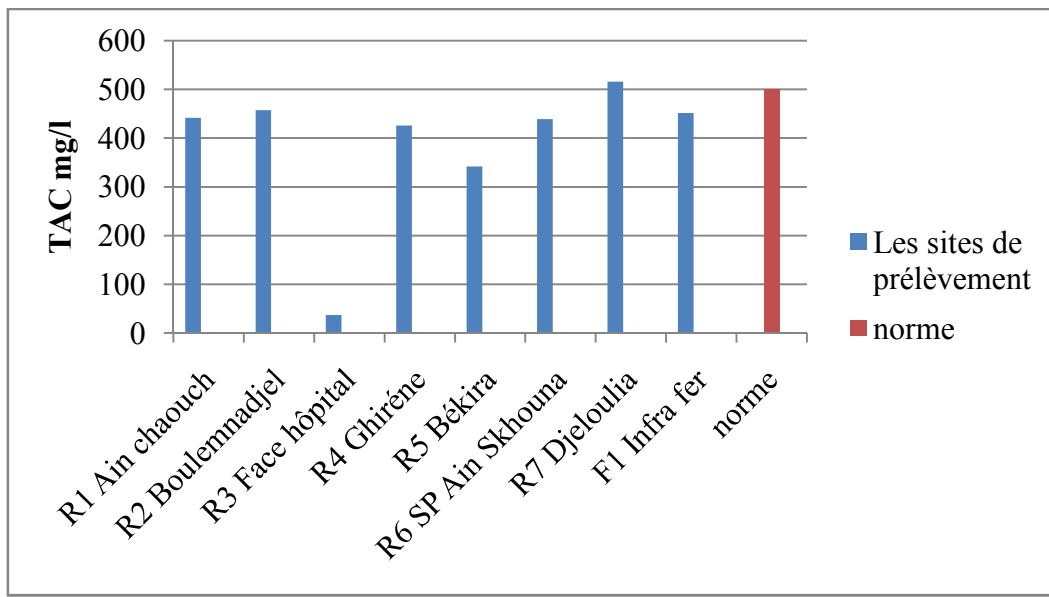


Figure 34 : Variation de la teneur du TAC dans les eaux étudiées

### III.2.5.2. Titre alcalimétrique TA

D'après les résultats du tableau 6 et la figure 35 on remarque une absence totale des carbonates dans l'eau des différents points de prélèvement.

Le titre alcalimétrique TA et le titre alcalimétrique complet TAC traduisent l'alcalinité d'une eau. Ce sont des paramètres importants pour l'eau distribuée dans la canalisation. La connaissance de ces valeurs est essentielle pour l'étude de l'agressivité de l'eau, puisqu'elles dépendent de l'équilibre calcocarbonique (Belghiti et al, 2013).

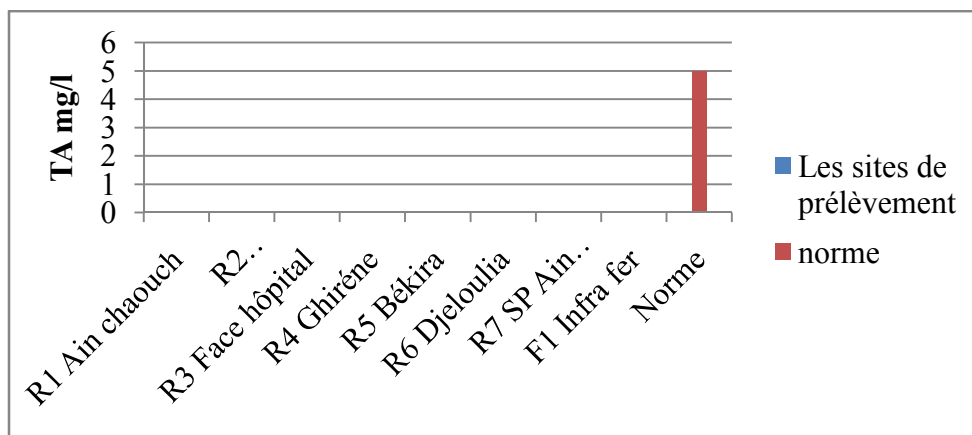


Figure 35 : Variation de la teneur du TA dans les eaux étudiées

### III.2.6. Turbidité

Selon le tableau 6 et la figure 33, les valeurs de la turbidité des eaux étudiées varient entre 0,51 NTU. La valeur minimale est enregistrée au niveau du réservoir R2 Boulelnadjel et la valeur maximale de 6,66 NTU enregistrée au niveau du forage F1 Infra fer.

De ces résultats, les différents points de prélèvement ; R1, R2, R3, R4, R5, R6 et R7 indiquent une eau claire qui répond aux normes autorisées pour la turbidité d'une eau potable et qui est de  $NTU < 5$ .

Contrairement aux résultats précédents le forage F1 Infra fer qui est une eau brute présente une élévation de la turbidité et qui est de 6,6 NTU. Cette valeur est peut être due à la présence de matières en suspension d'origines organique ou minérale (Rejsek, 2002).

Selon Rodier (2009) la teneur et la composition des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau (sables, boues, particules organiques, etc.), elles sont en fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, des travaux, des rejets, etc.

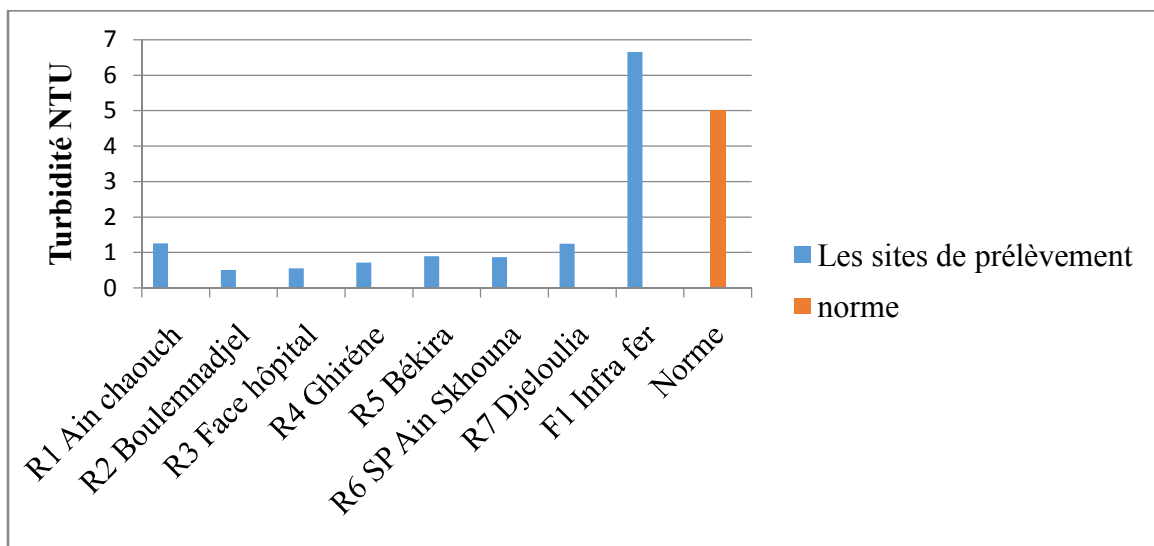


Figure 36 : Variation de la turbidité dans les eaux étudiées

### III.2.7. Dureté totale (TH)

Les variations des teneurs de la dureté totale des eaux durant la période d'étude sont représentées dans le tableau 6 et la figure 36.

La dureté de l'eau est un indicateur du niveau de calcaire dans l'eau notamment le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ). Elle dépend de la structure géologique des sols traversés (Amadou et al, 2014).

Selon les valeurs obtenues de la dureté totale des eaux étudiées on remarque que la valeur minimale est de 24 mg/l enregistrée au réservoir R3 Face hôpital et la valeur maximale 670 mg/l enregistrée au réservoir R7 Djeloulia.

De ces résultats, les eaux de R1, R2, R3, R4, R5, R6 et F1 sont des eaux douces répondant aux normes JORA (2011) et OMS (2003) pour l'eau potable qui est de 500 mg/l. Par contre le réservoir R7 Djeloulia présente une eau très dure parce que la nappe est située dans des roches calcaires.

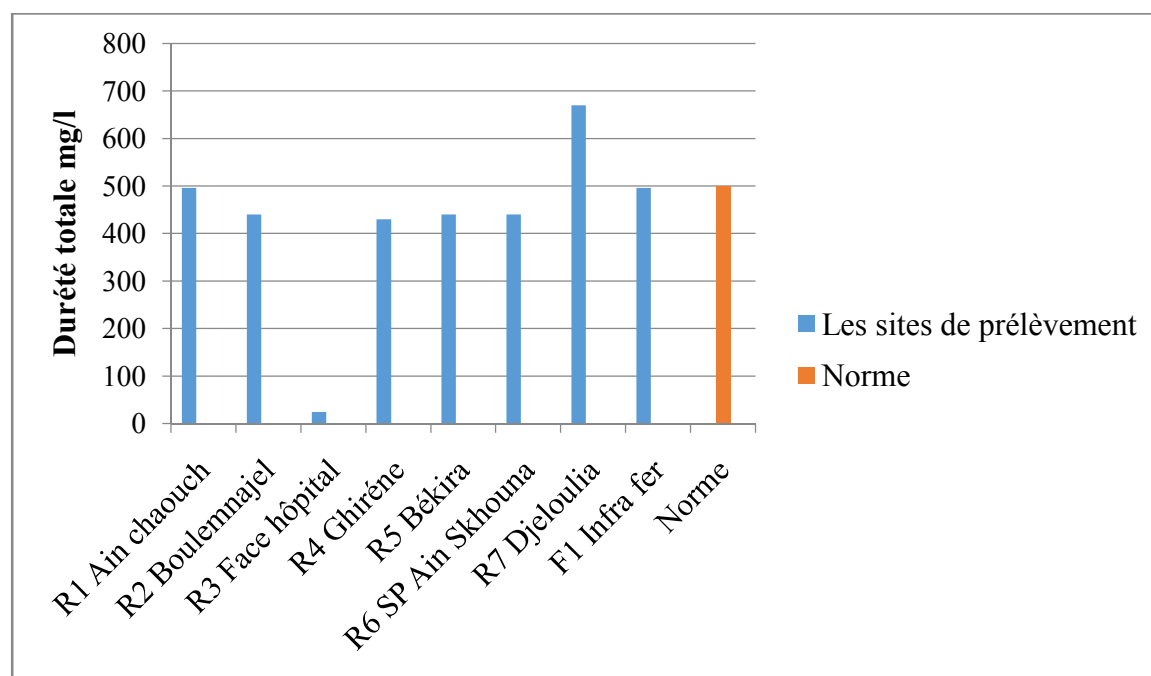


Figure 37 : Variation de la dureté totale des eaux étudiées

III.2.8. Résidu sec

Les variations des teneurs en résidu sec des eaux durant la période d'étude sont représentées dans le tableau 6 et la figure 37.

Selon Rodier et al (2005) le résidu sec est la quantité de la matière solide dans l'eau, autrement dit : la somme des matières en solution et en suspension. Ces dernières profèrent à l'eau sa couleur brunâtre et parfois sombre.

Selon les valeurs de résidu sec des eaux étudiées on remarque que la valeur minimale de 48,68 mg/l est enregistrée au réservoir R3 Face hôpital et la valeur maximale de 1200 mg/l est enregistrée aux réservoirs R4 Ghirène et R7 Djeloulia.

De ces résultats, on constate que l'eau des différents réservoirs est : très faiblement minéralisée (R3), faiblement minéralisée (R6), moyennement minéralisées (R1, R2, R5, F1) et riche en minéraux (R4, R7).

En conclusion, ces eaux répondent à la norme autorisée d'eau potable (2000 mg/l) (JORA, 2011 ; OMS, 2003).

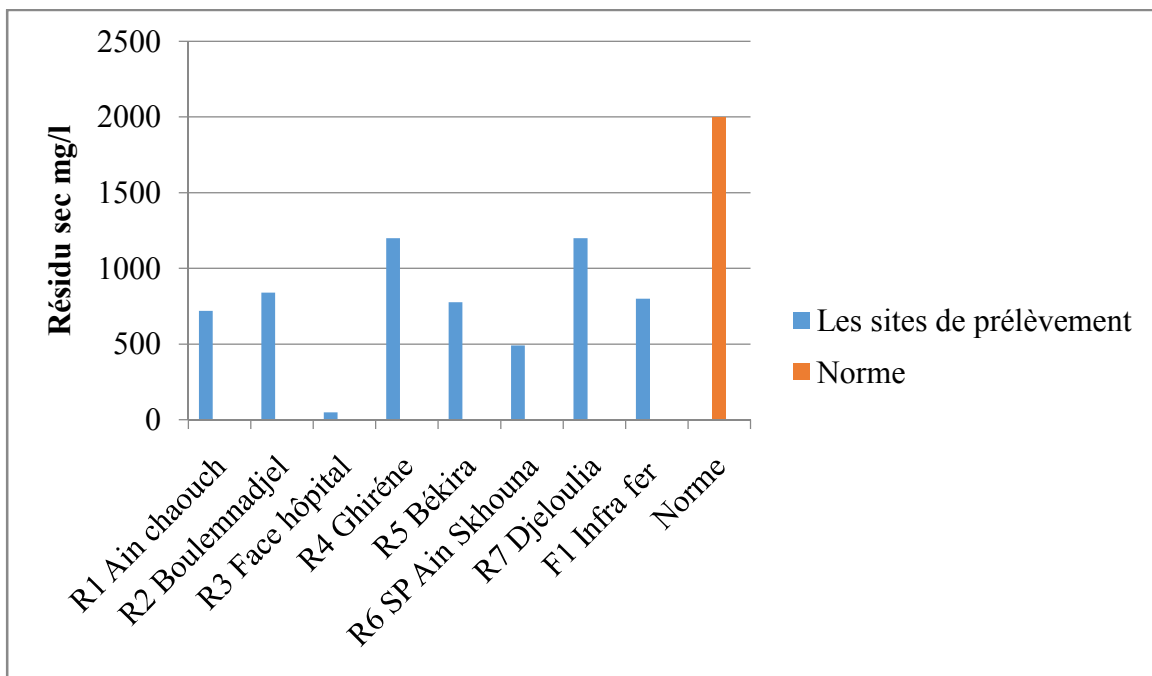


Figure 38 : Variation de la teneur en résidu sec dans les eaux étudiées

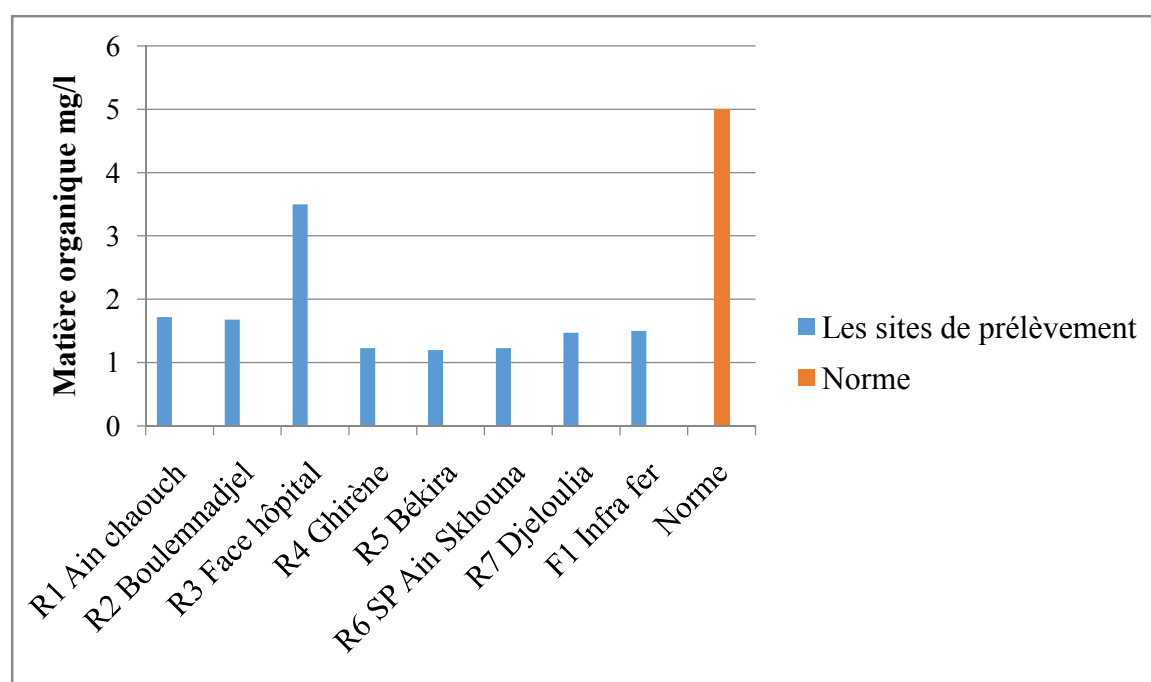
### III.2.9. Paramètres de pollution

#### III.2.9.1. Matière organique

Les valeurs des matières organiques trouvées au niveau des eaux prélevées (tableau 6 et figure 38) sont comprises entre 1,20 et 3,5 mg/l. Ces valeurs sont conformes à la norme de la législation algériennes (JORA, 2011) et la norme OMS (2003) qui est de 5 mg/l.

La matière organique est une source d'énergie carbonée, de phosphore et d'azote après minéralisation, elle est un support des synthèses biologiques.

L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourra être augmenté par la chloration. Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique ((Belghiti et al, 2013).).



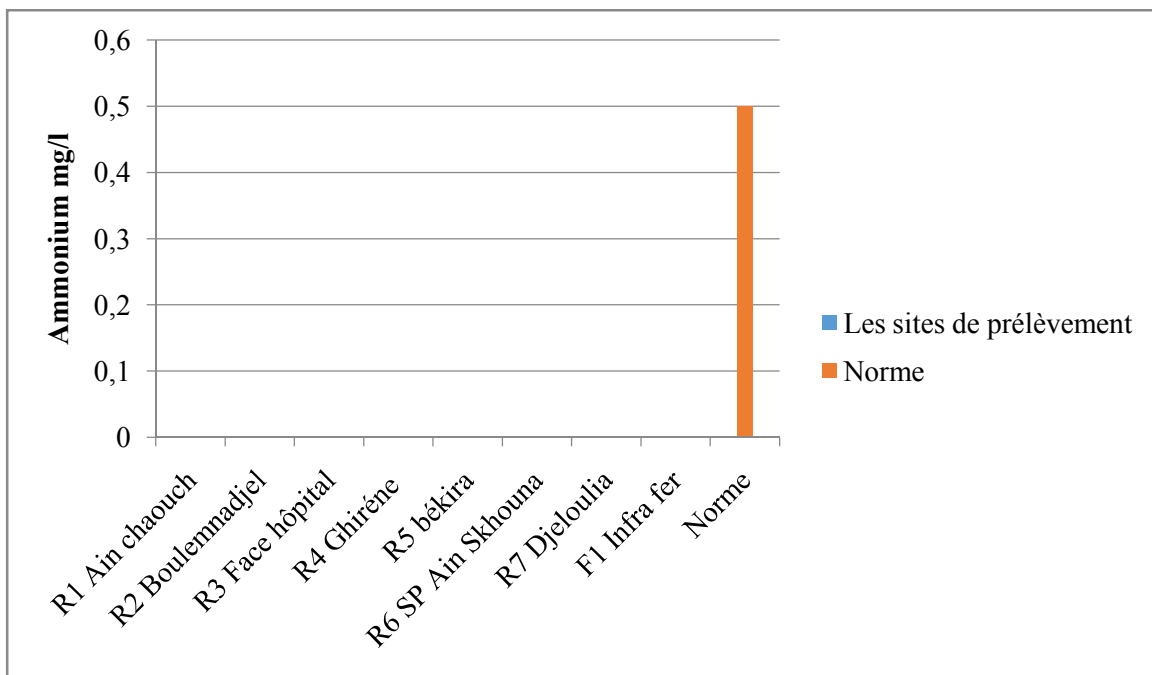
**Figure 39 :** Variation de la teneur en matière organique dans les eaux étudiées

#### III.2.9.2. Ammonium

Les variations des teneurs en ammonium dans les échantillons d'eaux durant la période d'étude sont représentées dans le tableau 6 et la figure 39.

D'après la norme algérienne (JORA, 2011) et la norme OMS (2003), il est recommandé pour l'ammonium une valeur de 0,5 mg/l dans une eau destinée à la consommation. L'ammonium est un indicateur de pollution, qui doit être éliminé dans les eaux de consommation car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution et provoquer un goût désagréable (Sari, 2014).

De ces résultats on remarque une absence totale d'ammonium dans les eaux étudiées des différents points de prélèvement.



**Figure 40** : Variation de la teneur en ammonium dans les eaux étudiées

#### III.2.9.3. Nitrites

Les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, leur présence dans l'eau en quantité importante dégrade la qualité de l'eau et pourrait affecter la santé humaine (Ghazali et al, 2013).

On ce qui concerne les échantillons d'eaux analysées (tableau 6, figure 40), une seule valeur de nitrites a été enregistrée et cela au niveau du réservoir R5 Békira. Cette valeur est de 0,03 mg/l, elle est au-dessous de la norme recommandée qui est de 0,1 mg/l et sans danger pour la santé humaine.



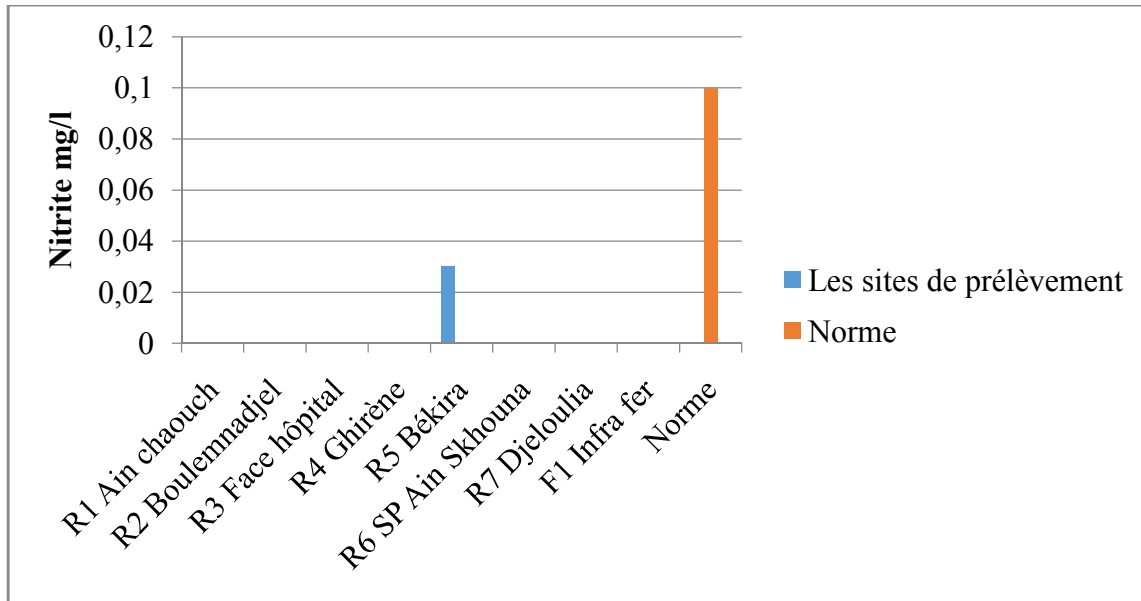


Figure 41 : Variation de la teneur en nitrites dans les eaux étudiées

#### III.2.9.4. Nitrates

Les nitrates proviennent de la minéralisation de la matière organique. Leur présence en grande quantité est considérée comme une probabilité de pollution due à des rejets domestiques et de l'épandage des engrais ammoniacaux (OMS, 2003).

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Leur concentration dans les échantillons d'eaux étudiées est comprise entre 0,87 (R3) et 42,5 mg/l (R7) (tableau 6 et figure 41). L'augmentation de la concentration en nitrates au niveau du réservoir R7 Djeloulia est due à la décomposition des matières organiques et les eaux usées domestiques car cette eau est située à côté de zones urbaines.

D'après la norme algérienne (JORA, 2011) et la norme OMS (2003), il est recommandé pour les nitrates une valeur de 50 mg/l dans une eau destinée à la consommation. De cela les eaux étudiées répondent aux normes.

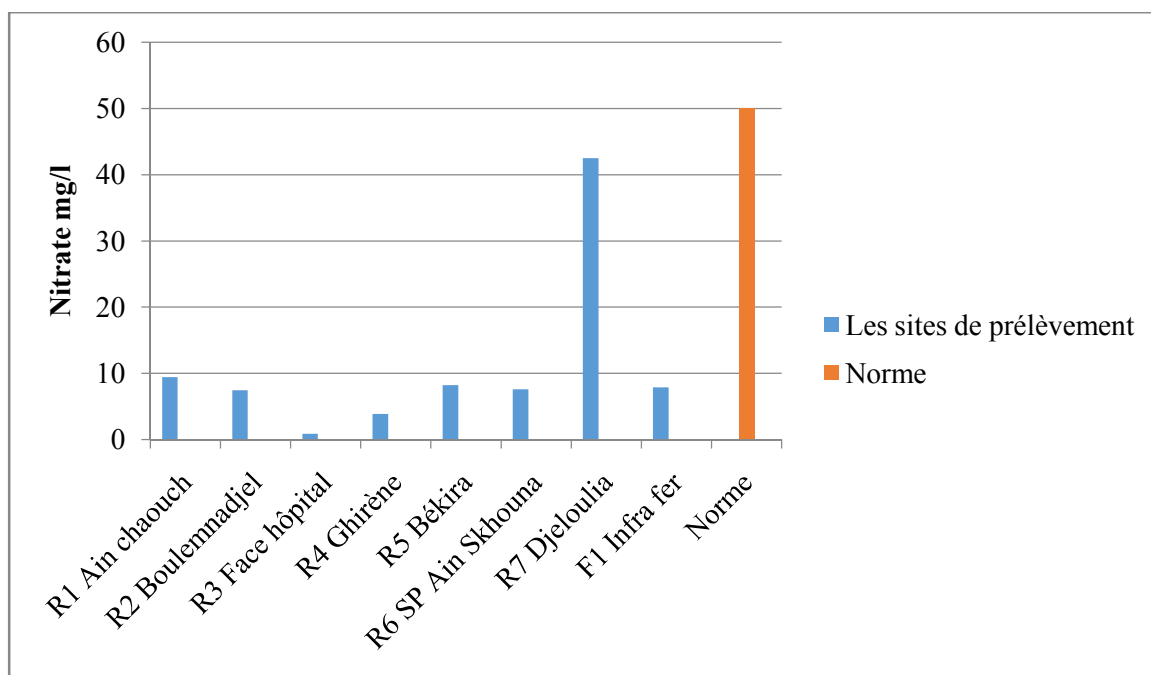


Figure 42 : Variation de la teneur en nitrates dans les eaux étudiées

### III.2.9.5. Phosphate

Le phosphate joue un rôle important dans le développement des algues. Il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les réservoirs, les lacs et les rivières (Rodier et al, 1996).

La concentration du phosphate (tableau 6 et figure 42) dans les eaux étudiées est comprise entre 0,01 (R7) et 1,07 mg/L (F1).

Les eaux des réservoirs R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7 ont des valeurs de phosphate inférieures à la norme algérienne qui fixe une valeur maximale admissible de 0,5 mg/l. Par contre l'eau du forage F1 Infra fer présente une concentration élevée en phosphate (1,07mg/l). L'origine de cette concentration est peut être due à l'érosion du sol car le forage Infra fer est situé dans une terre agricole.

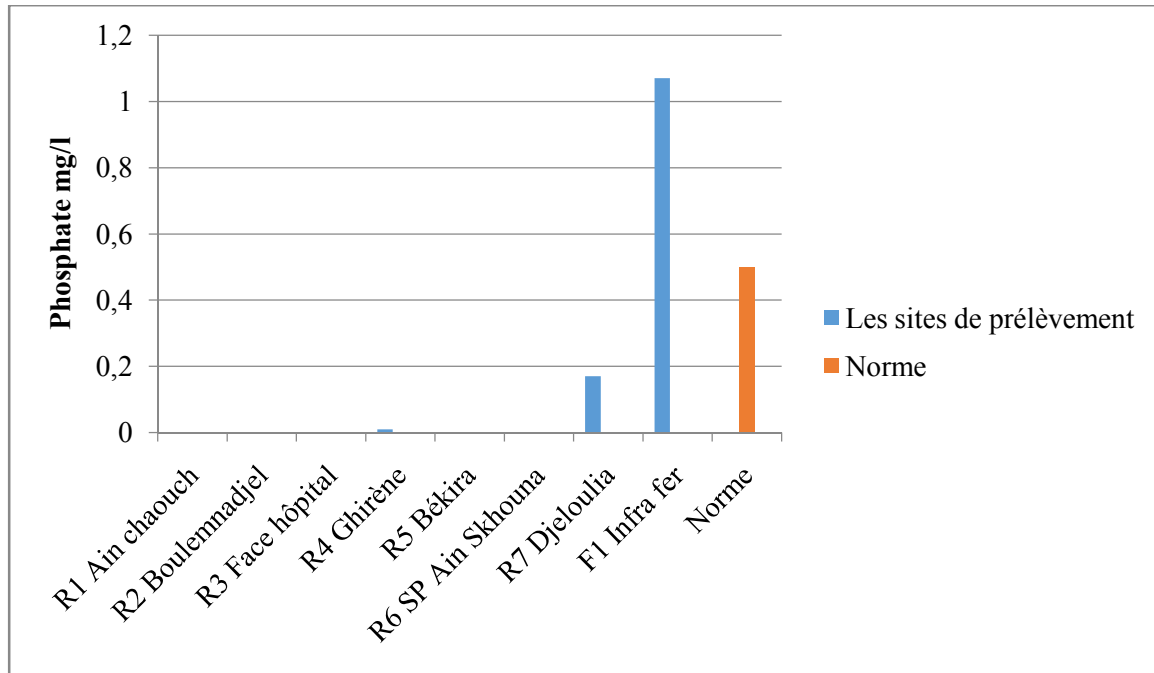


Figure 43 : Variation de la teneur en phosphate dans les eaux étudiées

### III.2.10. Les éléments minéraux

#### III.2.10.1. Calcium

Le calcium est un métal alcalino terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables.

Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés. Les eaux potables de bonne qualité renferment de 100 à 140 mg/l de calcium soit 150 à 200 mg en CaO ou 250 à 350 mg en CaCO<sub>3</sub>.

En dehors de certaines manifestations gustatives, les eaux qui dépassent 200 mg/l de calcium présentent de sérieux inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières (Rodier, 1996).

Les valeurs du calcium trouvées au niveau des échantillons d'eau (tableau 6 et figure 43) sont comprises entre 15,5 mg/l (R3) et 158,71mg/l (R7). Ces valeurs sont conformes à la norme prescrite par la réglementation algérienne (JORA, 2011) et la norme OMS (2003) qui est de 200 mg/l.

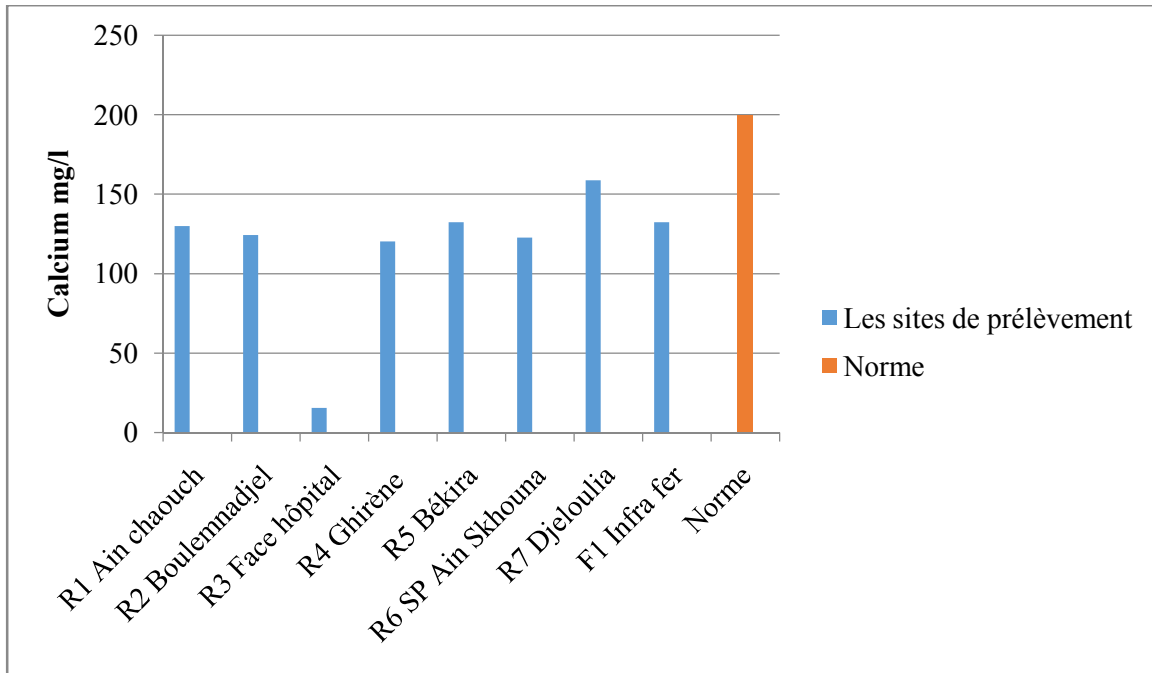


Figure 44 : Variation de la teneur en calcium dans les eaux étudiées

### III.2.10.2. Magnésium

Les concentrations du magnésium dans les échantillons d'eau sont comprises entre une valeur faible de 41,4 (R5 Békira), et une plus élevée de 46,2mg/l (R4 Ghirène) (tableau 6 et figure 44). Ces valeurs sont conformes à la norme qui est de 150 mg/l (JORA, 2011 ; OMS, 2003)

Le magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, il constitue environ 2,1 % de l'écorce terrestre. La plupart de ses sels sont très solubles dans l'eau. La teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées.

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, il est présent sous forme de carbonates et d'hydrogencarbonates.

A partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau (Rodier, 1976).

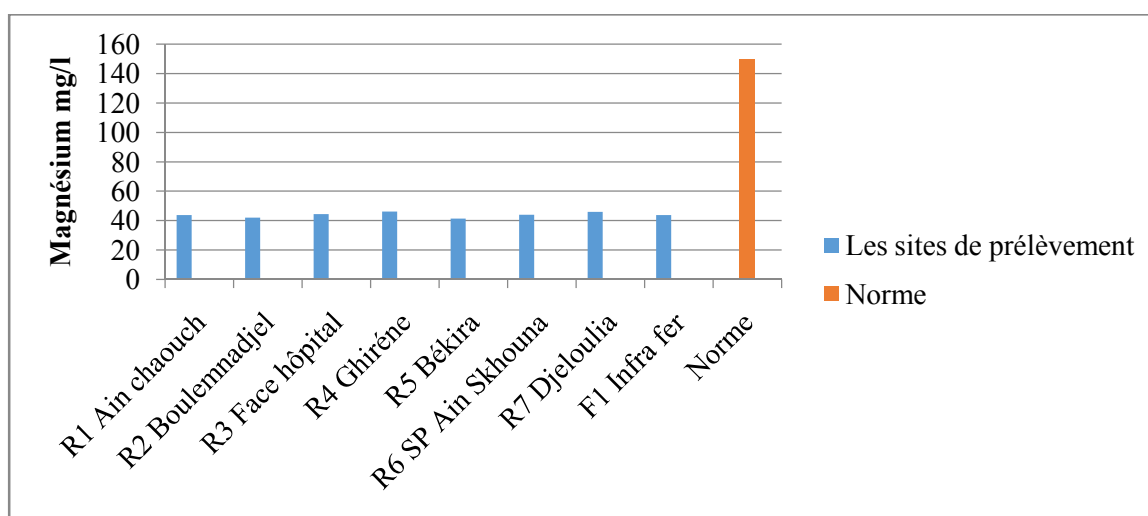


Figure 45 : Variation de la teneur en magnésium dans les eaux étudiées

### III.2.10.3. Sulfate

Les variations des teneurs en sulfate dans les échantillons d'eau sont représentées dans le tableau 6 et la figure 45.

Selon l'OMS (2003) les sulfates peuvent provenir des argiles et de l'altération des terrains gypseux et avoir aussi comme origine les matières fécales et les détergents.

De cela, les valeurs des sulfates trouvées au niveau des eaux étudiées sont comprises entre 97,30 mg/l (R3 Face hôpital) et 353,6 mg/l (R4 Ghirene). Ces valeurs sont conformes à la norme qui est de 400 mg/l (JORA, 2011 ; OMS, 2003).

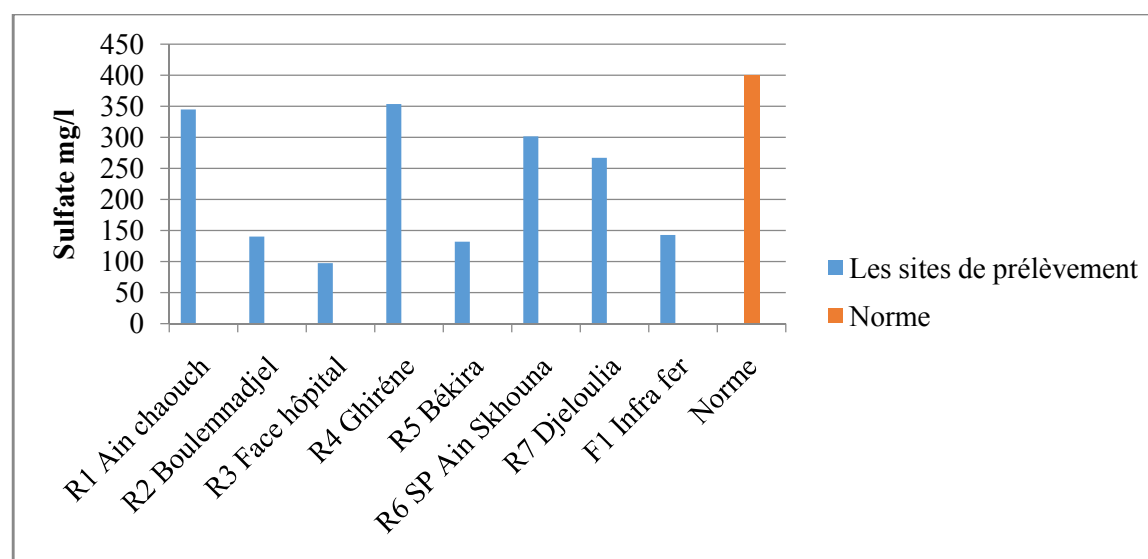


Figure 46 : Variation de la teneur en sulfate dans les eaux étudiées

### III.2.10.4. Chlorures

La concentration des chlorures dans l'eau dépend du terrain traversé. Les eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives (Belghiti et al, 2013).

Selon Rodier et al, (2009) les chlorures n'auraient pas d'effets néfastes sur la santé du consommateur car l'équilibre du chlorure se maintient, surtout par l'excrétion de l'excès de chlorure dans l'urine.

Au niveau des différents points de prélèvement (tableau 6 et figure 46), les valeurs de chlorures trouvées varient entre une valeur minimale de 19mg/l (R3 Face hôpital) et une valeur maximale de 226,9mg/l (R7 Djeloulia).

Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne (JORA, 2011) et la norme OMS (2003) qui est de 500 mg/l.

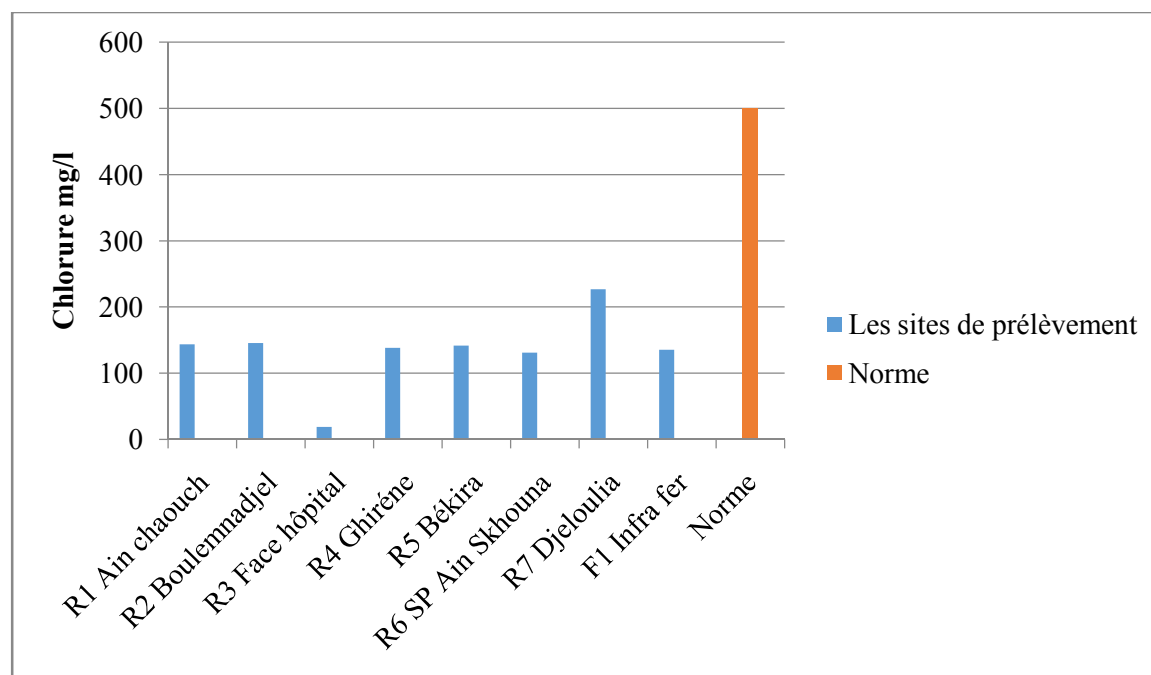


Figure 47: Variation de la teneur en chlorures dans les eaux étudiées

### III.2.10.5. le Fer

Le fer est un élément assez abondant dans les roches, la valeur du potentiel d'oxydoréduction du milieu conditionne sa solubilité et sa teneur de l'eau.

### Chapitre III : Résultats et discussion

Le fer dissous précipite en milieu oxydant, sa présence dans l'eau peut favoriser la prolifération de certaines souches de bactéries qui le précipite (Belghiti et al, 2013).

La présence du fer dans les eaux peut contenir jusqu'à quelques mg/l. Ayant pour origine la lixiviation des terrains traversés ou les pollutions industrielles. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau (Rodier, 1996).

Les résultats obtenus (tableau 6 et figure 47) démontrent des valeurs comprises entre 0,02 mg/l (F1 Infra fer) et 0,08 mg/l (R7 Djeloulia).

Ces résultats sont conformes à la norme qui est de 0,3 mg/l (JORA, 2011 ; OMS, 2003).

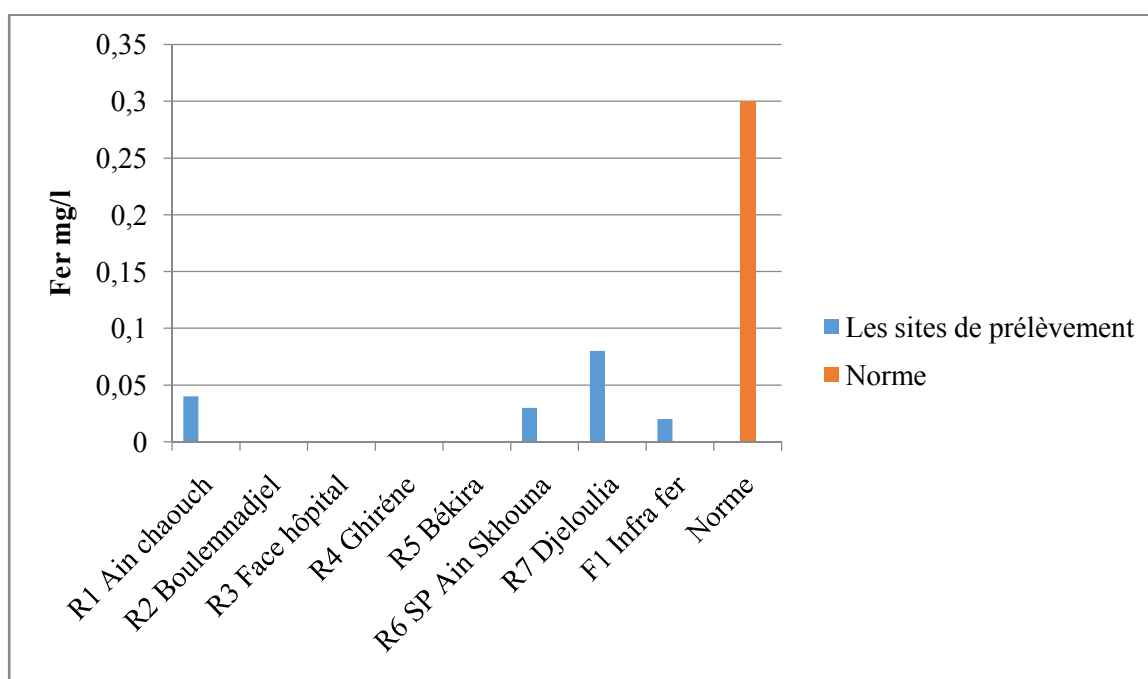


Figure 48 : Variation de la teneur en fer dans les eaux étudiées

## **Conclusion et recommandations**

L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain. Avant sa consommation il est important de vérifier ses caractéristiques.

De cela, il faut faire une surveillance continue de sa qualité organoleptique, physico-chimique (ce que nous avons réalisé dans cette étude), et bactériologique.

L'objectif principal de cette étude est l'évaluation de la qualité physico-chimique et le degré de pollution organique des eaux souterraines de la commune de Hamma Bouziane.

Les résultats des analyses sur les huit sites de prélèvement ont révélés que les eaux de la commune de Hamma Bouziane sont caractérisées par :

Un taux de chlore selon les normes à l'exception du forage Infra fer qui représente une eau brute.

Une température de l'eau saisonnière, elle ne dépasse pas la norme de 25°C.

Le pH est d'une alcalinité faible par contre la conductivité électrique est élevée ce qui signifie une forte minéralisation.

La turbidité est dans les normes donc les réservoirs contiennent des eaux claires à l'exception du forage Infra fer qui présente une eau trouble.

L'alcalinité est dans les normes sauf pour le réservoir Djeloulia qui est très riche en bicarbonate et dépasse les normes autorisées.

La dureté totale est dans les normes donc les eaux sont douces sauf le réservoir Djeloulia qui contient une eau très dure.

Les valeurs de résidu sec sont dans les normes par contre la matière organique présente un taux de variation assez important.

On remarque aussi dans ces résultats l'absence totale d'ammonium et un taux en nitrites relativement faible et des teneurs en nitrates assez importantes mais inférieures à la valeur limite.



Le phosphate, indicateur de pollution démontre que le forage Infra fer à une valeur supérieure à la norme (1,07mg/l) ce qui indique une pollution organique.

Les résultats du calcium, magnésium, sulfate, chlorure et fer sont dans les normes.

Nous avons conclu que les eaux des différents réservoirs ; Chaouech, Boulemnadjel, Face hôpital, Békira, Ghirène et SP Ain Skhouna sont des eaux de bonne qualité et conformes à la norme Algérienne et norme OMS des paramètres physico-chimiques pour l'eau potable.

L'eau brute du Forage Infra (réseau de production) est une eau de mauvaise qualité physico-chimique, elle présente aussi une pollution organique dû à la valeur élevée du phosphate qui est issu du phosphore et utilisée comme engrais.

Le forage a un problème de traitement de chloration qui est la dernière étape de potabilisation de l'eau.

L'utilisation de chlore est très importante pour la désinfection de l'eau et la rendre potable pour la consommation humaine. Ce problème est dû à l'absence de surveillance.

Nous avons aussi remarqué que le réservoir Djeloulia présente est une eau de dureté et TAC élevés.

La zone où se trouve ce réservoir est caractérisée par ses roches calcaires, le calcaire est une roche sédimentaire soluble dans l'eau qui diminue la capacité détergente des lessives et des savons ainsi que leur capacité moussante.

Il faut le signaler que les habitants de cette région se sont plaints du goût désagréable. Des effets indésirables dus à la consommation et l'utilisation de cette eau ont été observés comme la diarrhée, l'irritation de la peau (sèche), eczéma et risque potentiel sur la santé des bébés, etc.

A l'issu de cette contribution, nous proposons :

Le suivi régulier de toutes les caractéristiques physico-chimiques de ces eaux attribuées à la consommation humaine.

La société SEACO doit faire des efforts pour résoudre le problème de chloration et diminuer le teneur de la pollution par le phosphate et éviter les risques sanitaires.

Faire une station de décarbonatation et/ou d'adoucissement de l'eau pour diminuer la teneur en calcaire et la valeur de la dureté et le TAC.

## Références bibliographiques

**Algérienne des eaux (2006) :** Mission C : Etude de restructuration des champs captant, Travaux de réhabilitation du réseau d'eau potable du groupement urbain de Constantine, de Hammam Zaoui et Ain Skhouna.

**Arouya K. (2011) :** Pollution des eaux : Impact des eaux usées sur la qualité des eaux de surface. Edition universitaires européennes 116p.

**Belghiti M. L., Chahlaoui A., Bengoumi D., EL Moustaine R. (2013) :** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (MAROC). Larhyss journal, ISSN 1112-3680, n°14, juin 2013, pp. 21-36

**Berne F, Jean. C. (1991) :** Traitement des eaux, Édition TECHNIP, 306 p.

**Briefert C., Perraud R. (2001) :** Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition : de Boeck université Paris p.386.

**Boumaouche N., Bouchahm Y. (2017) :** Contribution de la géothermie dans la réhabilitation énergétique des maisons individuelles. Cas de Constantine/ville Hamma. B. Algérie. Sciences & Technologie. D, Sciences de la terre, 57-69.

**Cadot C. (1990) :** Les traitements de l'eau. Edition Ellipes, Paris, 247 p.

**Chapman D, Kimstach V. (1996):** Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London.

**Craaq (2003) :** Guide de production des annuelles en caissettes 313p.

**Degremont G. (2005) :** Mémento technique de l'eau. Tome 1, 10eme édition : Tec et doc. P: 3-38.

**Dumas P. (2015) :** Etude de schéma directeur d'AEP de la wilaya de Constantine à l'horizon 2050, Société de l'eau et de l'Assainissement de Constantine, Constantine.

**Guergazi S. et Achour S. (2005) :** Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra. Pratique de la chloration, Larhyss Journal, 4,119-127.

**Ghazali D., Zaid A. (2013) :** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain salama-jerri (région de Meknès –Maroc). Larhyss journal, ISSN 1112-3680, n° 12, janvier 2013, pp. 25-36

**Hoffmann F., Auly T., Meyer A-M. (2014) :** L'eau. Edition : Confluence p.43.

**Houillier P., Blanchard A. et Pailard M. (2004) :** Métabolisme du potassium, Elsevier SAS. 1 : 138-157.

**Journal Officiel de la République Algérienne (JORA), (2011) :** Décret exécutif n° 11-125, qualité de l'eau de consommation humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers : Bir Mourad Raïs, Alger, Algérie, p25.

**Kahoul M., Touhami M. (2014) :** évaluation de la qualité physicochimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie). Larhyss journal, ISSN 1112-3680, n°19, septembre 2014, pp. 129-138

**Khaled A. (1995) :** La pollution, un phénomène universel qui s'aggrave et nécessite une lutte soutenue. 10/1995.

**Leroy P. (1999) :** La pollution des eaux 4eme édition, Paris : presse universitaire de France.- (que sais-je ?).- 127p.

**Mokeddem K., Ouddane. S (2005) :** Qualité Physico-chimique Et Bactériologique De L'eau De Source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie – Mascara, pp 18-22.

**Oms (2003):** Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva. Switzerland.

**Ramade F. (1998).** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ed iscience internationale, Paris, 786p.

**Ramade F. (2011).** Introduction à l'écochimie, les substances chimique et l'écosphère a l'Homme Edition. Lavoisier. Paris.

**Rejsek F. (2002) :** Analyse des eaux- Aspects réglementaires et techniques, Biologie technique CRDP d'aquitaine. p : 358.

**Roger T. (1968) :** un essai de Système d 'information géographique pour l'aménagement du territoire.

**Rodier J. (1976) :** l'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaire, eaux de mer, 8eme édition, édition Dunod, Paris, France.

**Rodier J. (1984) :** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer, 7ème édition. Ed. Dunod, Paris, France.

**Rodier J., Legube B., Merlet N. (2005) :** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, p: 1384.

**Rodier J., Bazin C., Boutin J-P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. (1996) :** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition, Dunod, Paris, France.

**Rodier J., Legube B., Merlet N., Brunet R., Mialocq J.C., Leroy P., Houssin M., Lavison G., Bechemin C., Vincent M., Rebouillon P., Moulin L., Chomodé P., Dujardin P., Gosselin S., Seux R., Almardini F. (2009) :** L'analyse de l'eau, 9ème Ed. Dunod., Paris, France.

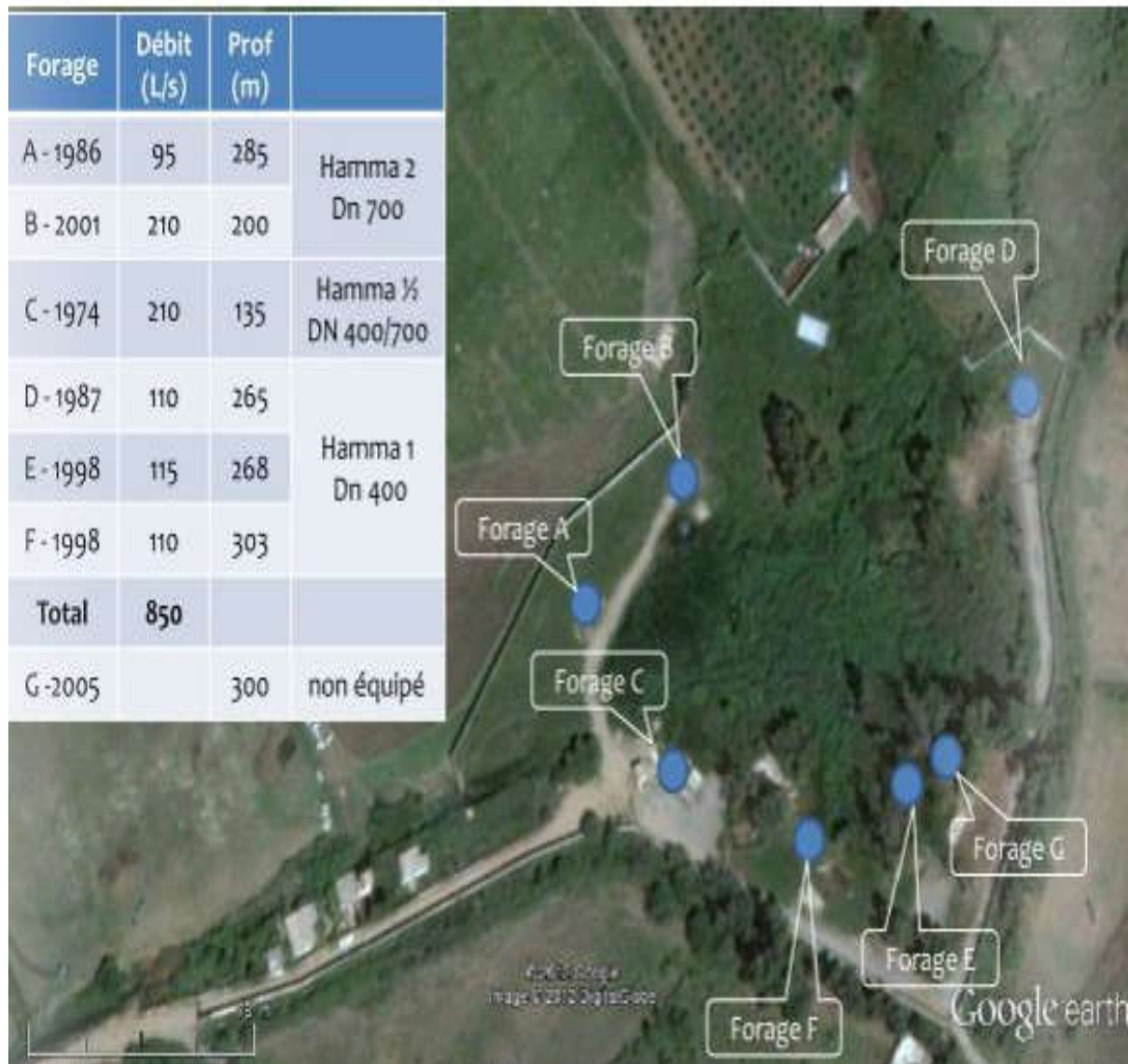
**Samake H. (2002) :** analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S. des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001. Thèse doctorat en pharmacie (diplôme d'état). Faculté de médecine, de pharmacie et d'odonto stomatologie Bamako.

**Sari H. (2014) :** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source. Mémoire de Magister option sciences des aliments. Université Abou Baker Belkaid Tlemcen.

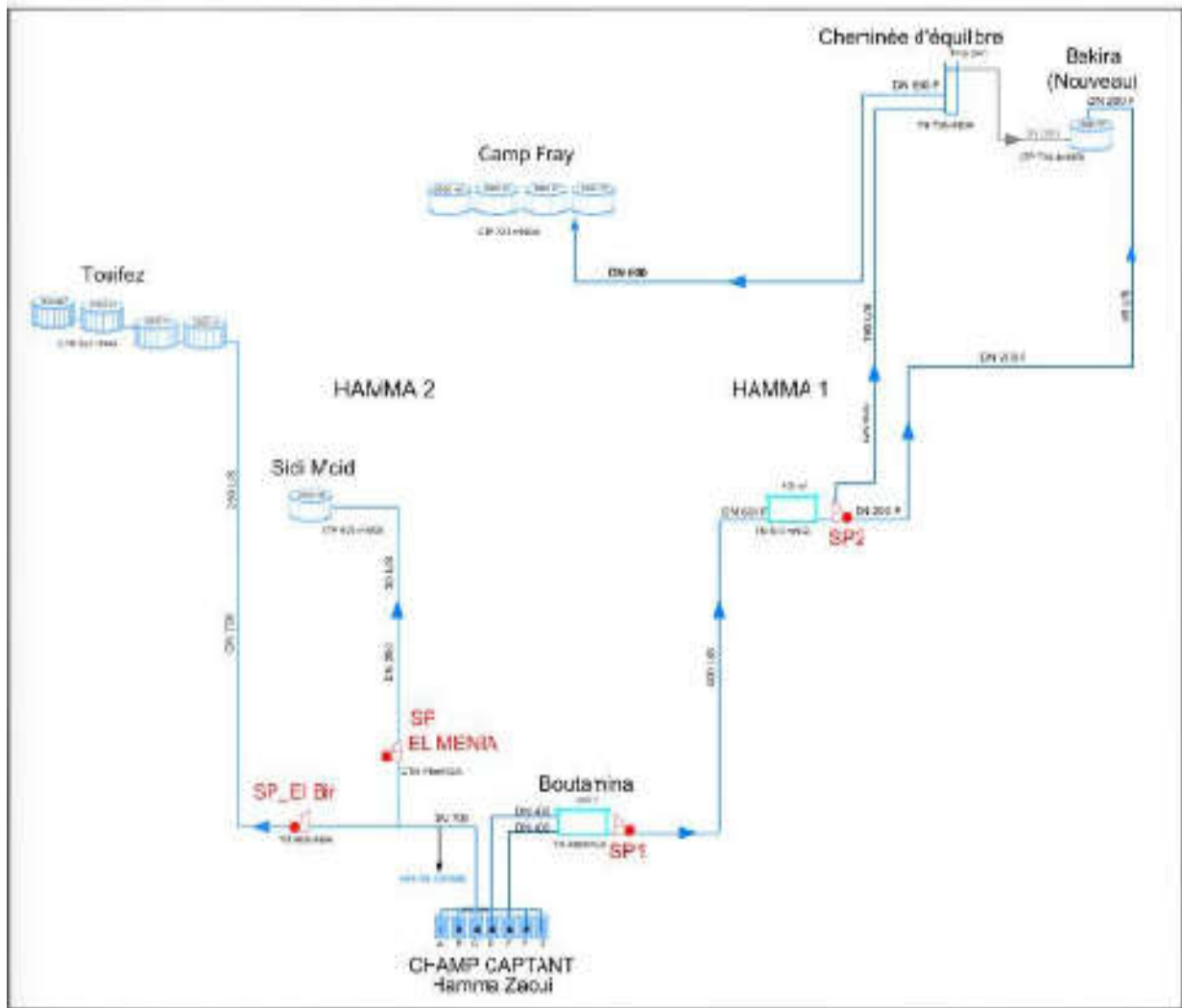
**Savary P. (2010) :** Guide des analyses de la qualité de l'eau, Ed. Territorial Voiron, France.

**Weiner R. & Matthews F. (2003):** Environmental engineering. Fourth Edition. Ed. Butterworth-Heinemann

## Annexe 1



**Figure 49** : Installation de champ captant Hammam Zaoui (SEACO, 2012).



**Figure 50** : Schéma synoptique d'installation de Hammam Zaoui (SEACO, 2012).



**Figure 51** : Installation de champ captant d'Ain skhouna (SEACO, 2012).



## Annexe 2

Journal officiel de la république algérienne n° 18 23 mars 2011 paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine.

18 Rabie Ethani 1432 23 mars 2011		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 18		7
ANNEXE				
PARAMETRES DE QUALITE DE L'EAU DE CONSOMMATION HUMAINE				
Tableau 1 : PARAMETRES 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	1	
	Fer total	mg/l	0,3	
	Fluorures	mg/l	1,5	
	Manganèse	µg/l	50	
	Nitrates	mg/l	50	
	Nitrites	mg/l	0,2	
	Oxydabilité	mg/l O <sub>2</sub>	5	
	Phosphore	mg/l	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	
	Cyanure	µg/l	70	
	Mercure	µg/l	6	
Nickel	µg/l	70		
Plomb	µg/l	10		
Sélénium	µg/l	10		
Zinc	mg/l	5		

*Année universitaire 2020- 2021*

**Présenté par :**

*DERRADJI Sara et MECHEHOUD Nada*

**Intitulé :**

**Evaluation de la qualité physico-chimique et organique des eaux souterraines de la commune de Hamma Bouziane approvisionnées à la consommation humaine**

**Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en :  
Ecologie Fondamentale et Appliquée**

**Résumé**

L'eau est une ressource essentielle pour la consommation et la vie quotidienne. De cela notre travail de recherche s'est basé sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et organique des eaux souterraines de la commune de Hamma Bouziane, Wilaya de Constantine.

Un contrôle et un suivi ont été effectués sur plusieurs échantillons d'eau prélevés au niveau d'un forage et sept réservoirs d'eau.

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 à l'exception du réservoir Djeloulia et l'eau du forage Infra fer qui sont de mauvaise qualité physico-chimique et un seuil de pollution dépassant les normes autorisées.

Pour éviter les risques sanitaires et résoudre ces problèmes, la SEACO doit prendre en considération des mesures strictes pour le stockage, le transport de l'eau depuis le point de production jusqu'aux points de distribution et consommation.

**Mots clés :** Qualité physico-chimique ; Forage, Réservoirs ; Hamma Bouziane ; Eau souterraine ; Pollution organique.

**Jury d'évaluation :**

Président du jury : TOUATI Laid                      MCA                      UFM-Constantine 1

Rapporteur :        ZAIMECHE Saida        MCB                      UFM-Constantine 1

Examineur :        AMRI Sihem                      MCB                      UFM-Constantine 1