

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA**

**FACULTE : SCIENCE  
DEPARTEMENT :  
SCIENCE DE LA NATURE  
ET DE LA VIE  
N°:.....**



**DOMAINE : BIOLOGIE  
FILIERE : ECOLOGIE  
OPTION : ECOLOGIE  
DES MILIEUX NATURELS**

**Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique**

**Par : - Ben seddik Bochra  
- Djahel Abir  
- Medkhel Hayet**

**Intitulé**

**Contribution à la caractérisation de la qualité  
des eaux des sources de la ville  
de Boussaâda**

**Soutenu devant le jury composé de:**

**Pr. BOUNAR Rabe**

Université M'sila

Président

**Pr. BENSACI Ettayib**

Université M'sila

Rapporteur

**Pr. NOUIDJEM Yacine**

Université M'sila

Examineur

**Année universitaire : 2021/2022**

## *Remerciements*

*Avant tout, Nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné santé, sérénité afin de réaliser ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier tout particulièrement notre promoteur :*

*☞ Pr **Bensaci Tayeb**, et Nous saluons sa patience, son implication exemplaire et sa gentillesse.*

*Nous tenons à remercier la contribution de l'ensemble des membres de jury représenté par :*

*☞ **Président du jury : Pr Bounar Rabeh***

*☞ **Examineur : Pr Nouidjem Yacine**, Vous nous faites un grand honneur en acceptant de juger ce travail.*

*Nos vifs remerciements s'adressent aussi à :*

*☞ **Chef de laboratoire central de l'ADE de M'sila**, de nous avoir accordé l'accès au laboratoire dont la direction lui est confiée.*

*☞ **Toutes travaillant au laboratoire de l'ADE**, pour leurs explications sur les analyses de l'eau, l'aide précieuse qu'elles nous ont apportée et le temps qu'elles nous ont consacré.*

*☞ **L'ensemble de nos enseignants.***

*En fin, nous remercions toute personne ayant contribué à l'élaboration de ce travail.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail*

*À ma très chère famille qui m'a toujours soutenue et encouragée durant toutes ces années d'études,*

*À tous mes amis qui ont partagé avec moi des moments inoubliables lors de la réalisation de ce projet et pour terminer*

*À toute personne ayant contribué à ma réussite.*

*Abir djahel*

## *Dédicace*

*Il me tient à Cœur de dédier ce modeste travail*

*À mon paradis (ma mère) qui est la source de mon courage et de mon inspiration.*

*À mon protecteur (mon père) qui sacrifie et fournit pour mes études.*

*À ma chère sœur: Sarra.*

*À mes chers frères: Samir .Fateh. Fayçel.*

*À mes ami(e)s et surtout mon amie "Soulaf" qui m'a aidé pour la réalisation de ce travail*

*Bochra Benseddik*

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail aux personnes les plus chères au monde mes chers  
parents*

*Je grande dédie spéciale à mon marié : Amine*

*A mes chères fils : Aymen, Anis, Eyad, Abdelmodjib, et surtout ma belle  
Saja hibat allah*

*Ames chères sœurs et frères*

*A mes chères amies surtout : Fatima Zahra, mon binôme Bochra*

*A mon encadreur Pr : Ettayib Bensaci*

*A mes amies de la promotion 2022 de master en écologie.*

*Medkhel H*

## Liste d'abréviations

**CE:** Conductivité Electrique

**PH:** Potentiel Hydrogène

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

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

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

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:** Nitrate

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

**Ca<sup>+2</sup>:** Calcium

**Mg<sup>+2</sup>:** Magnésium

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

**SAR:** Sodium Absorption Ratio

**i.e.b:** indice d'échange de base

**P:** Précipitation (mm)

**T:** Température (°C)

**E D T A:** Ethylène Diamine Tetraaceti

**TAC:** Titre Alcalimétrique Complète

**TA:** Titre Alcalimétrique

**OMS:** Organisation Mondiale de la Santé

**meq/l :** miliéquivalent par litre.

**ESP:** Pourcentage de Sodium Echangeable.

**T max:** température maximum

**T moy:** Température moyenne

**T min:** température minimum

**S1:** Source Aligue

**S2:** Source Ain chrab

**S3:** Source Gultet El djmel

**S4:** Source Rehha Ferréro

**N.A:** Norme Algérienne

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

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Localisation géographique de Boussaâda.....	<b>3</b>
<b>Figure 2</b> : Coupe géologique de la zone Boussaâda.....	<b>6</b>
<b>Figure 3</b> : Carte pédologique de la région du Hodna.....	<b>8</b>
<b>Figure 4</b> : Les oueds de Boussaâda.....	<b>9</b>
<b>Figure 5</b> : Variation de la température moyenne mensuelle de Boussaâda (2008-2017) .....	<b>11</b>
<b>Figure 6</b> : Variation des précipitations mensuelle de Boussaâda (2008-2017) .....	<b>12</b>
<b>Figure 7</b> : Variation de la vitesse moyenne mensuelle du vent de Boussaâda (2008-2017) .....	<b>13</b>
<b>Figure 8</b> : L'humidité moyenne mensuelle en (%) de Boussaâda (2004-2016) .....	<b>14</b>
<b>Figure 9</b> : Diagramme Ombrothermique de Boussaâda (2008-2017) .....	<b>15</b>
<b>Figure 10</b> : Positionnement de la situation de Boussaâda dans le climagramme d'Emberger (2008-2017) .....	<b>16</b>
<b>Figure 11</b> : Les déferents types d'élevages dans la région Boussaâda.....	<b>20</b>
<b>Figure 12</b> : La ville de Boussaâda en 1970-1980 (Yves Jean) .....	<b>22</b>
<b>Figure 13</b> : la ville de Boussaâda actuellement.....	<b>23</b>
<b>Figure 14</b> : Source Rehha Ferrero.....	<b>29</b>
<b>Figure 15</b> : Source Gueltet El djemel.....	<b>29</b>
<b>Figure 146</b> : Source Ain chrab.....	<b>29</b>
<b>Figure 17</b> : Source Aligue, Takoka.....	<b>31</b>
<b>Figure 18</b> : PH mètre AD1000.....	<b>34</b>
<b>Figure 19</b> : conductimètre 211D.....	<b>36</b>
<b>Figure 20</b> : Turbidimètre TL2300.....	<b>37</b>
<b>Figure 21</b> : Détermination le TH.....	<b>38</b>
<b>Figure 22</b> : Détermination de calcium.....	<b>39</b>
<b>Figure 23</b> : Détermination de chlorure.....	<b>40</b>
<b>Figure 24</b> : Détermination de nitrate.....	<b>42</b>
<b>Figure 25</b> : Spectrophotomètre DR2800.....	<b>42</b>
<b>Figure 26</b> : Spectrophotomètre a flamme PFP7.....	<b>45</b>
<b>Figure 27</b> : Variation des valeurs de la température des eaux des sources étudiées...	<b>48</b>
<b>Figure 28</b> : Variation des valeurs de PH des eaux des sources étudiées.....	<b>49</b>
<b>Figure 29</b> : Variation des valeurs de la conductivité des eaux des sources étudiées...	<b>50</b>
<b>Figure 30</b> : Variation de TDS des eaux des sources étudiées.....	<b>51</b>

<b>Figure 31</b> : Variation de salinité des eaux des sources étudiées.....	<b>52</b>
<b>Figure 32</b> : Variation de turbidité des eaux des sources étudiées.....	<b>53</b>
<b>Figure 33</b> : Variation de Titre Hydrométrique des eaux des sources étudiées.....	<b>54</b>
<b>Figure 34</b> : Variation des teneurs de calcium des eaux des sources étudiées.....	<b>55</b>
<b>Figure 35</b> : Variation des teneurs de magnésium.....	<b>56</b>
<b>Figure 36</b> : Variation des teneurs de chlorures des eaux des sources étudiées.....	<b>57</b>
<b>Figure 37</b> : Variation des valeurs de TAC des eaux étudiées.....	<b>58</b>
<b>Figure 38</b> : Variation des valeurs du nitrite des eaux étudiées.....	<b>59</b>
<b>Figure 39</b> : Variation des valeurs de nitrate dans les échantillons étudiées.....	<b>60</b>
<b>Figure 40</b> : Variation des teneurs du sodium.....	<b>62</b>
<b>Figure 41</b> : Variation des valeurs de Potassium des eaux étudiées.....	<b>63</b>
<b>Figure 42</b> : Variation des valeurs de matière organique des échantillons étudiées.....	<b>64</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau1:</b> Les caractéristiques climatiques et géographiques disponibles de Boussaâda .....	<b>10</b>
<b>Tableau 2:</b> Température mensuelles T (°c) .....	<b>10</b>
<b>Tableau 3:</b> Précipitations mensuelles de Boussaâda .....	<b>11</b>
<b>Tableau 4:</b> La production végétale de la région Boussaâda.....	<b>18</b>
<b>Tableau5:</b> Représentation de la superficie agricole totale, utilisée de la région de Boussaâda .....	<b>19</b>
<b>Tableau6:</b> Paramètres avec valeurs indicatives (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 22 mars 2011).....	<b>26</b>
<b>Tableau 7:</b> Les normes de l'OMS de qualité des eaux potables 2006.....	<b>27</b>
<b>Tableau 8:</b> Lieux et dates de prélèvement.....	<b>29</b>
<b>Tableau 9:</b> Conditions de conservation de prélèvement selon Rodier, 1996.....	<b>31</b>
<b>Tableau 10:</b> Matériel et les produits utilisés.....	<b>32</b>
<b>Tableau 11:</b> Variation des paramètres physico-chimiques.....	<b>46</b>

# Sommaire

Remerciements

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale .....	1
<b>Chapitre 1: Présentation de la zone d'étude</b>	
<b>1.1.Introduction.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.Caractéristiques géographiques.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.Géologie et Géomorphologie.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.1.Le Relief.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.2.Les vallées.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.3. Les dunes.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.4. Les dépressions.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4.Sol .....</b>	<b>7</b>
<b>1.5.Réseau hydrographique .....</b>	<b>8</b>
<b>1.6.Climat .....</b>	<b>9</b>
<b>1.6.1.Température .....</b>	<b>10</b>
<b>1.6.2.Précipitation.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.3.Le vent .....</b>	<b>12</b>
<b>1.6.4.Humidité relative .....</b>	<b>13</b>
<b>1.7.Synthèse climatique.....</b>	<b>14</b>
<b>1.7.1.Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussien .....</b>	<b>14</b>
<b>1.7.2.Climagramme pluviométrique d'Emberger.....</b>	<b>15</b>

1.8.Végétation .....	16
1.9. La faune.....	18
1.10.L'agriculture.....	18
1.11.Développement et économie .....	21
1.11.1. Sur le plan urbanistique .....	22
1.11.2. Sur le plan touristique .....	23

## **Chapitre 2: Materiel et Méthodes**

2.1.Eaux de source.....	24
2.1.1.Différents types de sources.....	24
2.1.2.Traitement de l'eau de source.....	24
2.2.Définition d'une eau potable.....	25
2.2.1.Les normes des eaux potables .....	25
2.3.Echantillonnage.....	28
2.3.1.Prélèvement de l'eau .....	28
2.3.2. Conservation des échantillons.....	30
2.4.Les analyses physico-chimiques .....	32
2.4.1.Température.....	32
2.4.2.Potentiel hydrogène (pH).....	33
2.4.3.Conductivité électrique et TDS....	34
2.4.4.Salinité.....	36
2.4.5.Turbidité .....	36
2.4.6.Détermination Dureté (TH) .....	37
2.4.7.Calcium (Ca) et Magnésium (Mg) .....	37
2.4.8.Chlorure (Cl) .....	38
2.4.9.Titre alcalimétrique et titre d'alcalinité totale TA (F°) TAC (F°).....	39

2.4.10. Nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) .....	40
2.4.11. Nitrate (NO <sub>3</sub> ).....	41
2.4.12. L'ammonium (NH <sub>4</sub> ).....	42
2.4.13. Le Fer (Fe <sup>2+</sup> ) .....	43
2.4.14. Sodium (Na) .....	43
2.4.15. Potassium (K) .....	44
2.4.16. La Matière organique.....	45

### **Chapitre 3: Résultats et Discussions**

<b>3.1. Résultats des analyses physico-chimiques .....</b>	<b>46</b>
<b>3.2. Discussions des analyses physico-chimiques.....</b>	<b>47</b>
3.2.1. Température.....	47
3.2.2. Potentiel Hydrogène (pH).....	48
3.2.3. Conductivité .....	49
3.2.4. Total des solides dessous (TDS).....	50
3.2.5. Salinité.....	51
3.2.6. La turbidité .....	52
3.2.7. Dureté totale / TH.....	53
3.2.8. Calcium (Ca <sup>2+</sup> ) .....	54
3.2.9. Magnésium .....	55
3.2.10. Chlorures (Cl <sup>-</sup> ).....	56
3.2.11. Titre Alcalimétrique complet (TAC).....	57
3.2.12. Le nitrite (No <sub>2</sub> +) .....	58
3.2.13. Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	59
3.2.14. Ammonium (NH <sub>4</sub> ) .....	60
3.2.15. Fer (Fe <sup>2+</sup> ).....	61
3.2.16. Le sodium (Na <sup>+</sup> ) .....	62

<b>3.2.17.Le potassium (K+)</b> .....	63
<b>3.2.18.Matière organique acide</b> .....	64
<b>Conclusion générale</b> .....	65
<b>Bibliographie</b> .....	67
<b>Annexes</b>	

# *Introduction générale*

## Introduction générale

---

L'eau est d'une importance biologique et économique capitale l'hydrosphère est le fondement de la vie et des équilibres écologiques l'eau est à la fois un élément éventuellement un médicament, une matière industrielle énergétique et agricole, et un moyen de transport (**Henri, 2012**).

En effets, dès le xix ème siècle, le Souci des protections de la santé publique avait montré la nécessité de préserver les ressources et de maintenir la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine (**Rejsek, 2002**).

Une eau destiné à la consommation humaine et potable, lorsqu'elle est exemptée d'éléments chimiques et biologique susceptibles à plus ou moins long terme à la santé des individuels (**John et Donald, 2010**).

Les sources d'eau naturelles constituent des biotopes originaux et ponctuels qui occupent de très petites surfaces à l'échelle mondiale.

L'accès durable aux ressources en eau est une préoccupation majeure qui concerne tous les pays du bassin méditerranée en Algérie, plusieurs facteurs peuvent expliquer la situation de ce stress croissance de mographique, évolution la demande en eau.....ainsi les ressources limitées, face à cette situation les ressources en eau me suffiront pas à long terme.

Du coup l'Algérie est appelé et développer ses capacités en ce qui concerne la maitrise de l'eau, la bonne estimation de la demande en eau offre une meilleure gestion des ressources.

L'objectif de notre travail et contribution à la caractérisation de la qualité des eaux des sources de la ville de Boussaâda, dans le premier chapitre nous présenterons la zone d'étude ( Boussaâda) qui située dans une zone désertique et a été peu étudiée notamment du point de vue de la pédologie et l'hydrologie dans le deuxième chapitre nous exposons le matériel utilisé la méthodologie expérimentale, puis les caractéristiques physico chimique d'eau de source et les résultats obtenus ainsi que leurs interprétation. Et enfin nous terminons par une conclusion.

***Chapitre 1 :Présentation de  
la zone d'étude***

### 1.1.Introduction

La zone de Boussaâda est située dans une zone désertique et a été peu étudiée, notamment du point de vue de la pédologie et l'hydrologie. A travers ce chapitre, nous tenterons de le présenter à partir des rares documents que nous avons consultés.

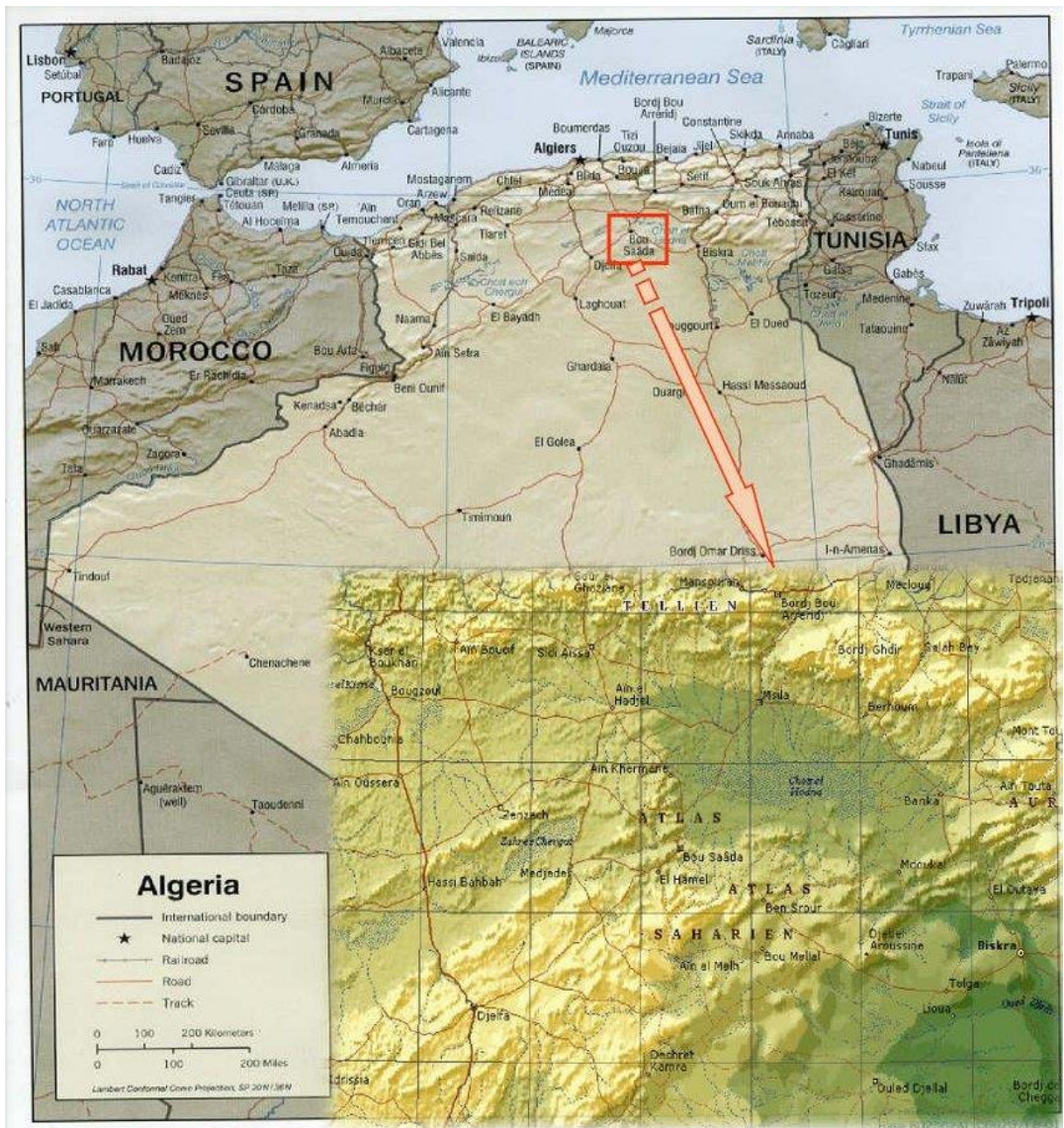
Boussaâda est une commune de la wilaya de M'Sila, elle est peuplée d'environ 310 000 habitants. Elle est aussi surnommée « cité du bonheur », ou encore « porte du désert » étant l'oasis la plus proche du littoral algérien. Se situant à la croisée des grands chemins caravaniers du Maghreb, reliant le Zab au Mzab et au Tell, Boussaâda jouit d'une position enviable. Au pied des monts des Ouled Nail de l'Atlas saharien, la ville est une oasis à la végétation luxuriante, bien que dans une zone semi-désertique et ceci grâce à son alimentation par l'oued Boussaâda.

### 1.2.Caractéristiques géographiques

Boussaâda se situe entre 4° 11' longitude Est et 35° 13' latitude. Son altitude est de 560 m au-dessus du niveau de la mer. Elle est bâtie entre deux montagnes : djebel Kerdada et jebel Azzeddine, elle est traversée par oued Bou Saada qui est à écoulement pérenne qui irrigue la zone jardin de la ville et sa palmeraie (**Kadiri, 2005**).

La commune de Boussaâda, située dans la partie sud de la wilaya de M'sila. Administrativement, elle est limitée au Nord par la commune d'Ouled Sidi Brahim et au Nord-Est par la commune d'El Maarif, à l'Est par la commune d'El Haouamed, au Sud par la commune d'Oultem, au Sud-Ouest par la commune d'El Hamel, et à l'Ouest par commune de Tamsa.

La ville de Boussaâda est l'oasis la plus proche de la capitale. Située sur l'axe de la route nationale RN8 (Alger Biskra) et la route nationale RN46 (M'sila Djelfa). Elle est comme un carrefour idéal entre la Méditerranée et le Sahara, mais aussi entre les Ziban et le littoral algérois, et entre le M'zab et Constantine (figure 1).



**Figure 1:** Localisation géographique de Boussaâda

(<https://images.app.goo.gl/pLh15Y3LK8LhhGz19>)

**1.3.Géologie et Géomorphologie**

Les principaux traits de la zone ont été dégagés des travaux de **Savornin (1920)** pour la géologie et des travaux de **Capolini et Sari (1969)** pour géomorphologie. Ainsi, les unités suivantes peuvent-elles être distinguées :

**1.3.1.Le Relief**

D'après une étude fait par **Hemiche et al, (2018)**, Le relief se compose de deux ensembles nettement différenciés. A l'ouest les monts de OuledNail caractérisés par des pentes abruptes et des altitudes élevées ( Dj Sellât 1256 Km Belguerb 1247 m, Lakbedj 830 m, Dj Arar 897 m et Dj Bateun 1027 m).

Ces monts sont de nature essentiellement carbonatée à structure complexe et faillée entaillée par les oueds. Le piémont est bien représenté au Nord-Ouest (500 m) et au sud-ouest (650-700) pour aboutir au niveau de la plaine qui correspond à des niveaux de glacis profondément entaillés par les oueds.

La plaine proprement dit est définie par la courbe (450m-500 m) couvrant la majorité de la zone étudiée jusqu'aux bordures du Chott El Hodna (400 m d'altitude) (**Amroune et al, 2000**).

Les reliefs de la région de Boussaâda sont caractérisés par la présence de chaines de montagne d'orientation variée surtout au niveau de la partie Sud et Sud-ouest. Selon **Benrabria, (2013)**, les reliefs existants :

- Djebel Grigour côté Nord-ouest de la ville.
- Djebel Moubkhira côté Sud-ouest du chef-lieu (772 m).
- Djebel Kerdada côté Sud (947 m).
- Mont de Menkeb Sidi Brahim (718 m) côté Sud-est de la ville et djebel El MAALLEG côté Sud de la commune.
- Les terres agricoles du côté Nord-est (village agricole d'El Maadher

**1.3.2.Les vallées**

A partir une étude fait par **Helali (2016)**, Les vallées Traversant le périmètre de Boussaâda sont:

- La vallée de l'oued Boussaâda qui forme une sorte de couloir entre le Djebel Moubakhera et Djebel Kerdada et coule au pied de ce dernier en se jetant dans la plaine Nord.
- La vallée de l'Oued Maiter située à l'Ouest de la ville de Boussaâda avec une altitude de 587m à la limite Ouest de la commune et 547 m sur la RN 8, formant un couloir venteux animé par les vents Ouest et Nord, engendrant des champs de Dunes orientés Ouest-Sud-ouest / Est-Nord-est.

Les formes récentes ne sont généralement pas stabilisées, ce sont parfois des dunes au pied des reliefs comme celui du Djebel Kerdada. Sur la rive Est de l'Oued Maiter on trouve des champs de Sebkhass où les larges lits de l'Oued sont souvent à sec et sont soumis à la déflation des vents de l'Ouest.

### 1.3.3. Les dunes

Les dunes: amas de sable quartzeux, souvent riche en matériel argileux (**Kaabeche, 1990**).

N'existant que dans la partie Nord de la région. Strictement limités à la cuvette des Oueds Temsa- Maiter et à la plaine bordière du Chott El-Hodna, ce sont des sables quartzeux fins de couleur ocre relativement chargés en matériel argileux. Ils proviennent de l'érosion des grès Barrémiens et Albiens qui affleurent largement (**Hemiche et al, 2018**).

### 1.3.4. Les dépressions

Sont des zones de concentration des eaux de ruissellement et de décantation des particules solides, elles correspondent à deux types selon leur caractère salé « sebkha, chott » ou non salé « daya » (**kaabeche, 1990**).

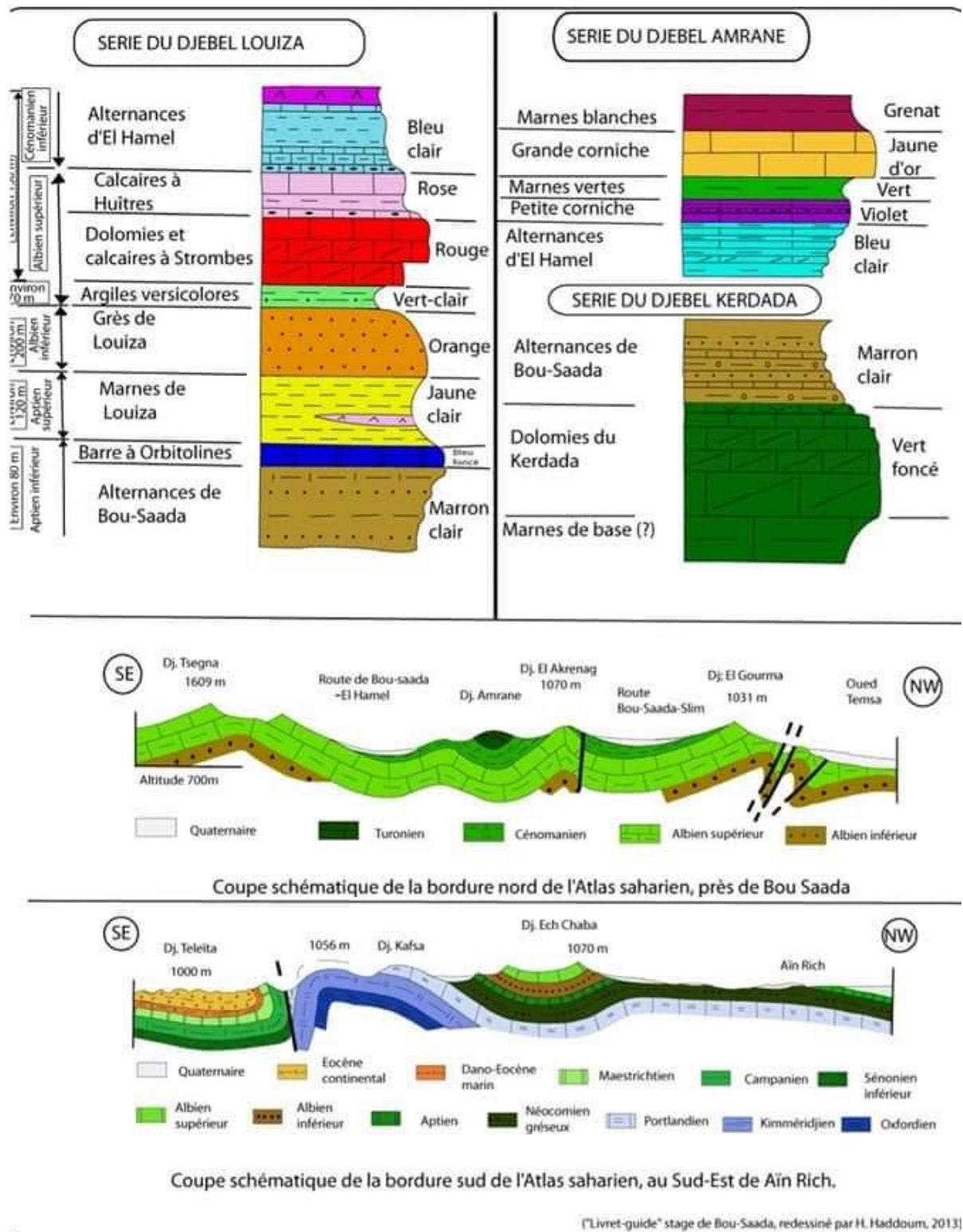


Figure 2: Coupe géologique de la zone Boussaâda (Haddoum, 2013)

**1.4.Sol**

La plaine de Boussaâda est caractérisée par la formation de sols éoliens minéraux primitifs. La texture du sol est principalement constituée de sable. Outre le quartz, la composition du sol est dominée par les carbonates (calcite), le gypse et les sels. En raison de la texture sableuse et de la faible teneur en matière organique, la fertilité du sol est faible, les CEC sont faibles et la capacité de rétention d'eau est faible, par conséquent, l'apport d'engrais et l'amélioration organique sont nécessaires pour obtenir des rendements corrects, mais la fertilisation est empirique (figure 3).

Selon les études pédologiques de Hodna **Boyadgiev(1975)** et **WRB(2006)**, Les principaux types de sols présents dans les périmètres irrigués sont :

- Fluvisols compliqués (Aride, Gypsique).
- Gypsisols prolongés (Aridique).
- Glysols gypsiques (Aridique).
- Gypsic Solonchaks (Aridique).
- Haond Solonchaks (Aridique).
- Hautes Arenosols (Arides).

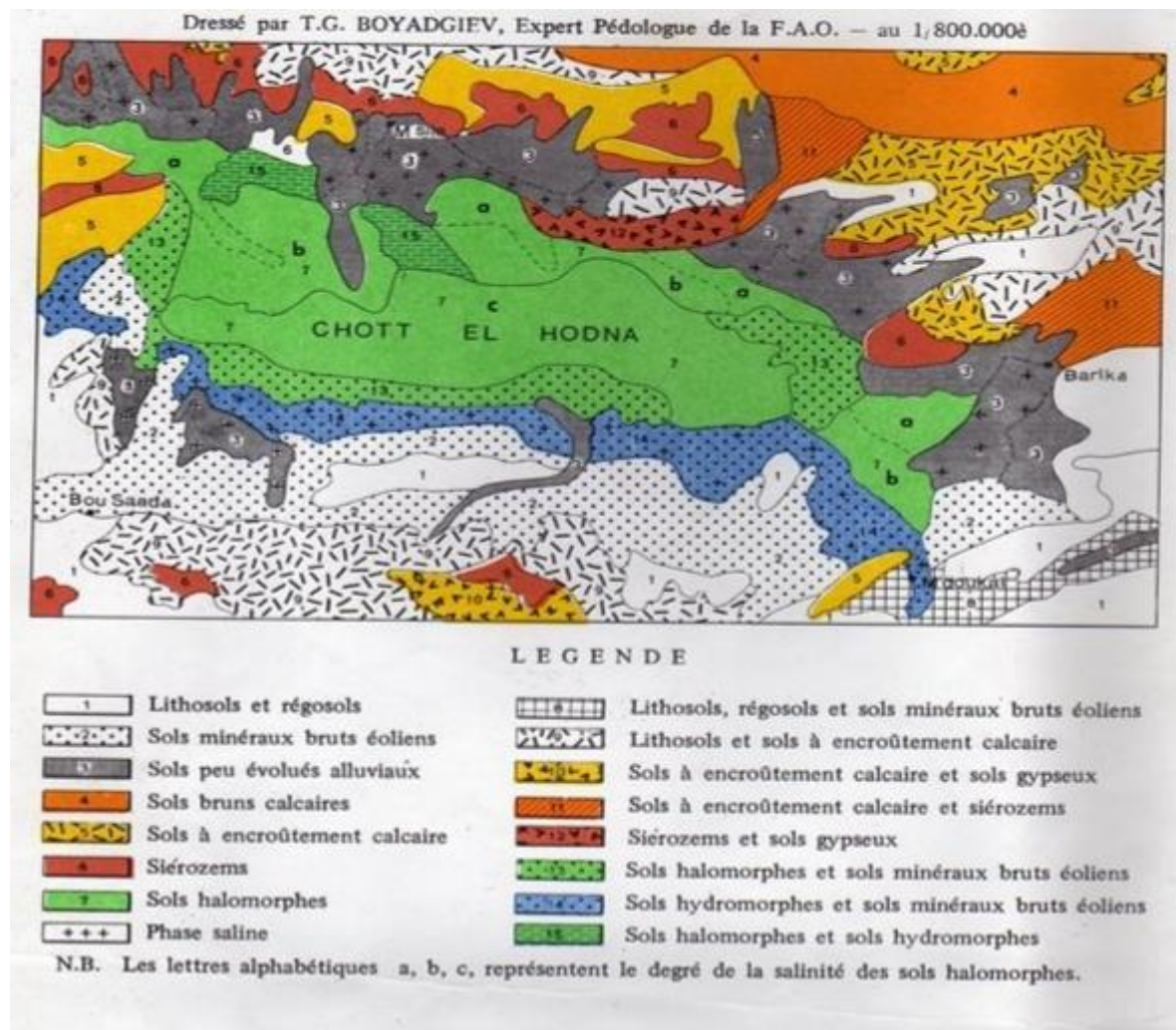
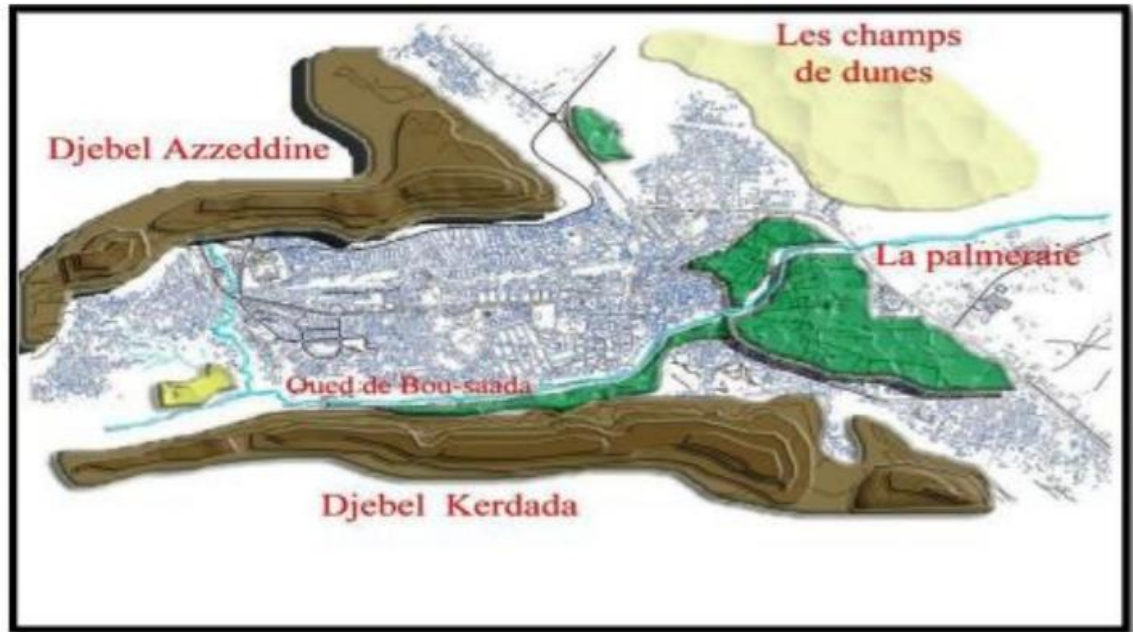


Figure 3: Carte pédologique de la région du Hodna (Boyadgiefv, 1975).

### 1.5.Réseau hydrographique

La forme des reliefs la tectonique complexe, la couverture végétal discontinue et l'hétérogénéité de la lithologie, toutes ces valeurs réunies influent sur le schéma du réseau hydrographique de la zone étudiée, ce dernier est organisé par deux oueds principaux, le plus important est l'Oued El-Maiter, c'est un oued à écoulement pérenne, il présente une pente abrupte au Sud- Ouest puis décroît vers le Nord-Est jusqu'à l'embouchure (sebkha) et Oued Boussaâda moins important, il coupe la ville en deux et constitue l'exutoire des eaux usées de la ville de Boussaâda (figure 4) (Amroune et al., 2000).

Au Sud de la région d'étude existe des cours d'eaux indécis, Oued Roumana, Oued El Mehakoube, Oued Oultem et Oued Defla ces Oueds sont caractérisés par des écoulements temporaires surtout après les grandes averses (Amroune et al., 2000).



**Figure 4:** Les oueds de Boussaâda (Kadiri, 2005).

### 1.6.Climat

Le climat de Boussaâda est de type semi aride, d'un été sec et très chaud et hiver très froid. Les aléas du climat, la désertification, une pluviométrie faible, irrégulière et inégalement répartie.

Le climat joue un rôle fondamental dans la répartition des êtres vivants. Il dépend de nombreux facteurs. Le climat d'une région correspond à l'ensemble des conditions qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un lieu ou une région donnée. Les paramètres climatiques enregistrés par les météorologistes correspondent au macroclimat ou climat régional (Dajoz, 2006).

Pour décrire le climat de la zone d'étude, nous avons retenu les facteurs climatiques les plus importants : la température, les précipitations, l'humidité et le vent.

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques climatiques et géographiques disponibles de Boussaâda (tableau1) :

**Tableau1:** Les caractéristiques climatiques et géographiques disponibles de Boussaâda (SM, 2018).

Station	Coordonnée		Altitude	Donnés disponibles	Période
Boussaâda	Latitude	Longitude	560m	T, P, Vent, Humidité.	2008-2017
	35°13'14''N	4°11'18''N			

**1.6.1.Température**

L'étude de l'évolution de la température dans le temps a des implications importantes pour l'hydrologie, car elle constitue le principal paramètre affectant le phénomène d'évaporation, en d'autres termes, elle a une grande influence sur l'équilibre de l'eau. Nous résumant les températures mensuelles minimales, maximales et moyennes relevées à la station météorologique de Boussaâda période 9ans (2008-2017) dans le tableau ci-dessous (tableau 2) :

**Tableau 2:** Température mensuelles T (°c)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
<b>Tmin(°c)</b>	,8	5,3	8,3	11,9	16,3	20,8	24,7	24,2	20	14,1	8,7	4,7
<b>Tmax(°c)</b>	15,1	16,8	20,5	25,3	30,1	35,6	40,2	39,3	33,1	27,3	19,6	15,3
<b>Tmoy(°c)</b>	9,95	11,05	14,4	18,6	23,2	28,2	32,45	31,75	26,55	20,85	14,15	20

La température moyenne mensuelle permet de considérer Janvier comme le mois le plus froid (9,95°c) et juillet le mois le plus chaud (32,45c°), la moyenne mensuelle est de (16,06c°) (figure 5).

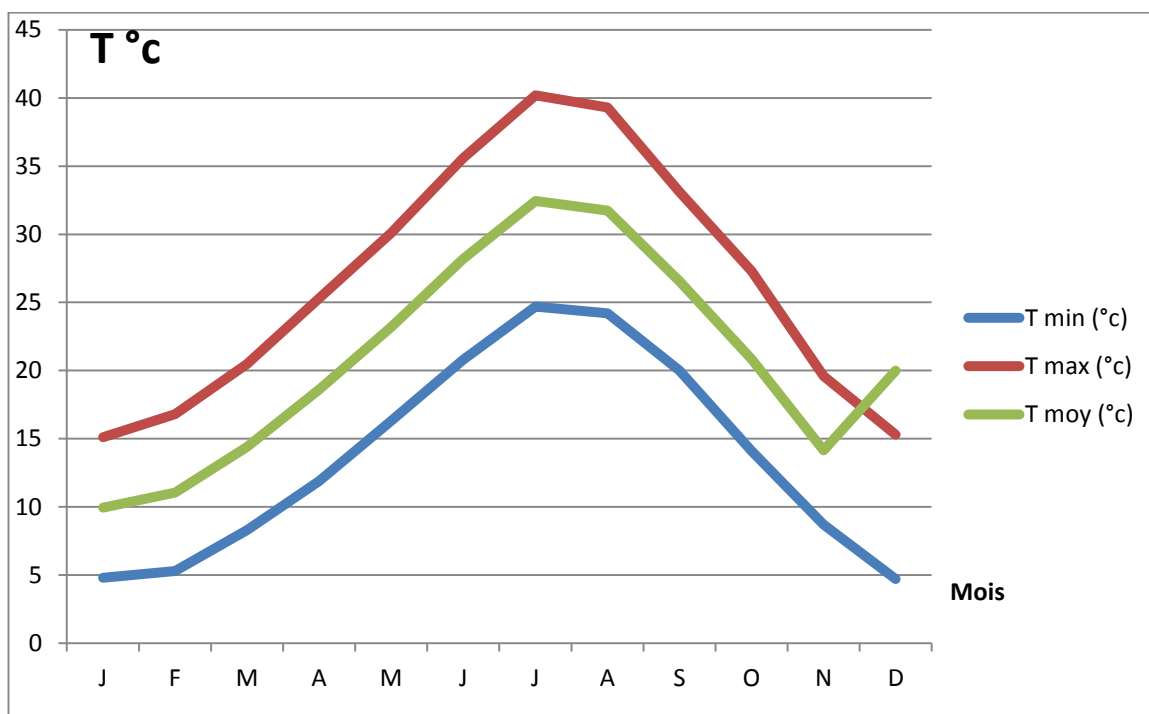


Figure 5. Variation de la température moyenne mensuelle de Boussaâda (2008-2017)

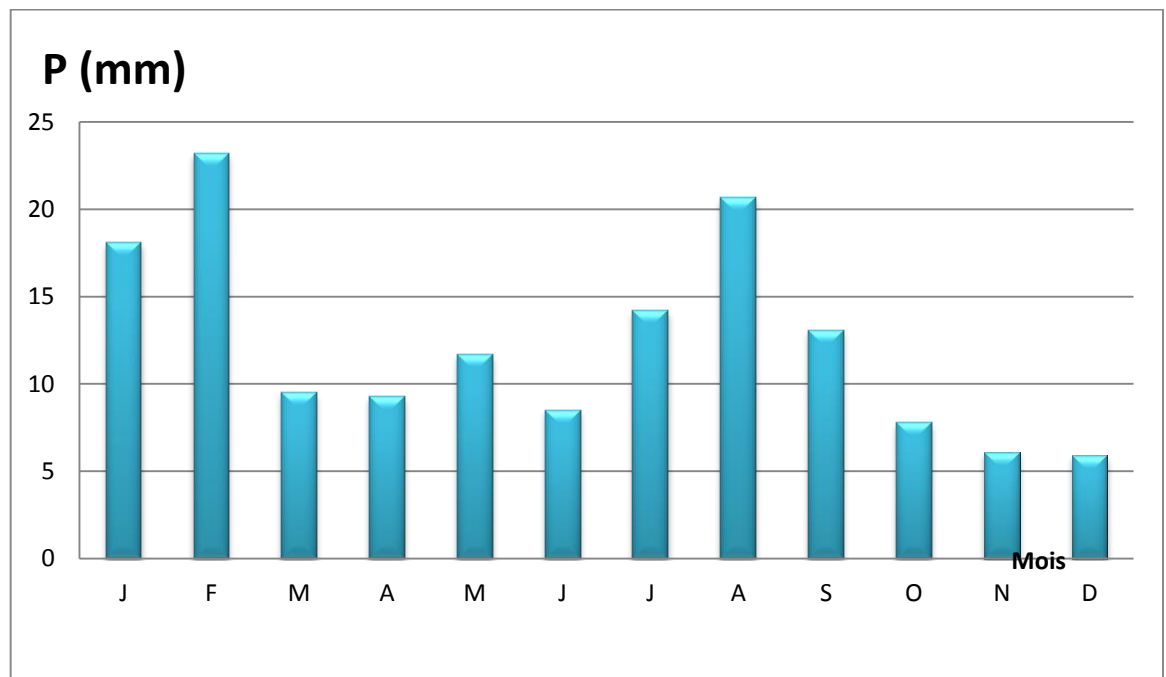
### 1.6.2. Précipitation

Il constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la restauration des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limnologiques tels que les mares et lacs temporaires et lagunes saumâtres qui souffrent de périodes d'assèchement (Ramade, 1984).

Tableau 3: Précipitations mensuelles de Boussaâda (SM, 2018)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
P(mm)	18,1	23,2	9,5	9,3	11,7	8,5	14,2	20,7	13,1	7,8	6,1	5,9

Selon le tableau 3 d'analyse des hauteurs de précipitations mensuelles pour 9 ans de notre station (2008-2017), nous avons constaté que les précipitations mensuelles à Boussaâda sont faibles et irrégulières. Cependant, le mois de septembre est le mois le plus pluvieux, juillet est le mois sec (figure 6).



**Figure 6 :** Variation des précipitations mensuelle de Boussaâda (2008-2017)

### 1.6.3. Le vent

Le vent est un facteur important affectant le climat. Elle affecte la température, l'humidité et l'évaporation, et même l'irrigation par aspersion, la deuxième technique utilisée dans la plaine agricole de Boussaâda.

Selon **Nasib (1986)**, la région de Bou Saada connaît cinq (05) vents:

- Sirroco, du Sud, souffle en été.
- Les vents d'ouest, appelés « El Gherbi », sont des vents secs qui délogent les nuages sans pluie.
- Les vents du nord/nord-ouest, connus sous le nom de « Dahraoui », transportent le froid et l'humidité du nord, des pluies peuvent survenir, surtout en hiver.
- Les vents du nord, connus sous le nom de « El Bahri », brises marines qui transportent la pluie et la neige, et se déposent immédiatement sur la Bhaïne du Tell et les monts Hodna.
- Le vent d'est, dit « el chergui », passe par les Autres, emportant le froid des montagnes en hiver.

Les vents qui soufflent sur Boussaâda ont des vitesses relativement faibles qui vont 5,5 m/s au mois d'Octobre à 14,8 m/s en Mars (figure 7).

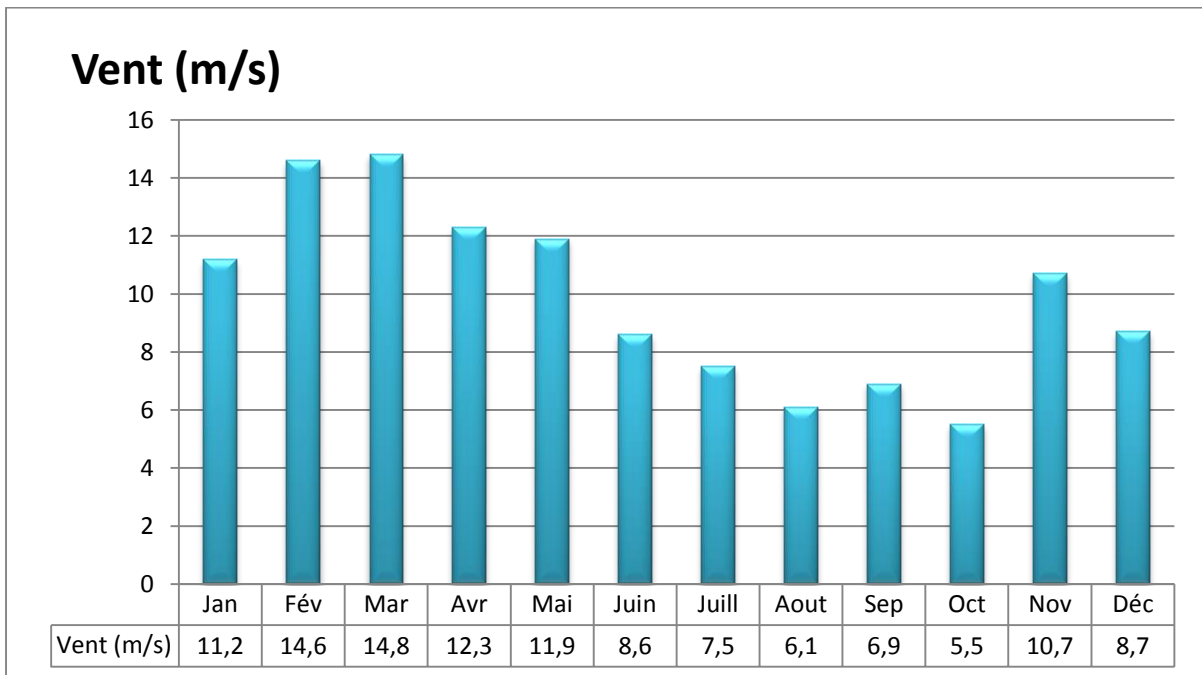


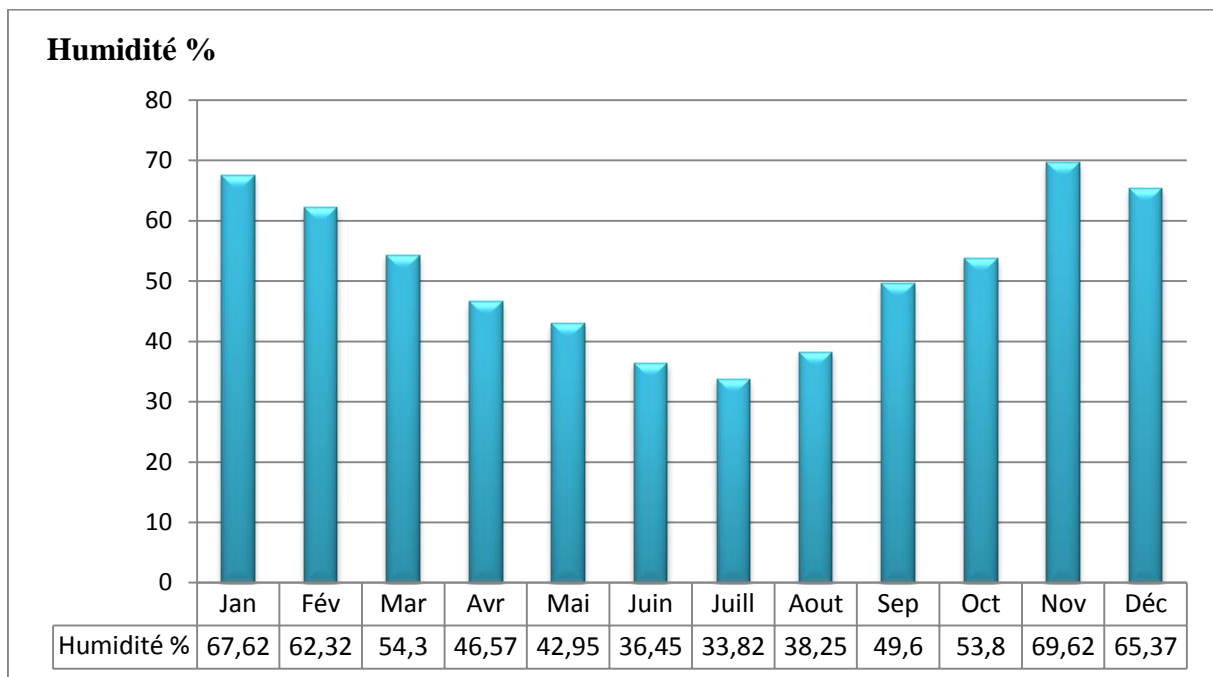
Figure 7 : Variation de la vitesse moyenne mensuelle du vent de Boussaâda (2008 , 2017)

**1.6.4.Humidité relative**

L'humidité relative est définie comme le rapport entre la quantité de vapeur d'eau que contient un volume à une température donnée (humidité absolue) et la quantité maximale de vapeur d'eau que le même volume peut contenir à la même température (humidité saturée). Humidité relative exprimée en pourcentage (Laffont, 2015).

L'humidité est un paramètre important pour le calcul des besoins en eau des cultures.

La figure 8 représente l'humidité moyenne mensuelle et l'humidité moyenne annuelle pour la station de Boussaâda (2004-2016). On note que l'humidité est plus faible en été, la plus faible en Juillet, à 33,82 %, et plus élevée en hiver, la plus élevée en Novembre, à 69,37%.



**Figure 8:** L'humidité moyenne mensuelle en (%) de Boussaâda (2004-2016)

## 1.7.Synthèse climatique

### 1.7.1.Diagramme ombrothermique de Bangnoulis et Gausse

Le diagramme représentant en abscisse les mois de l'année et en ordonnée à droite la température et à gauche les précipitations moyennes mensuelles a raison de l'équivalence d'échèle 1°C = 2mmde précipitation (**Ramade, 2008**).

Le climat est sec quand la courbe des températures est au-dessus de celle des précipitations, humide dans le cas contraire (**Dreux, 1980**).

La saison sèche apparait lorsque la courbe des précipitations rencontre et passe sous celle des températures (**Bangnoulis et Gausse, 1957**).

Le diagramme ombrothermique une fois construit à partir des moyennes disponibles de températures et de pluviosité, montre l'existence d'une période de sécheresse s'étalant toute l'année pour la station de Boussaâda, avec une intense sécheresse au mois de Mai à Septembre.

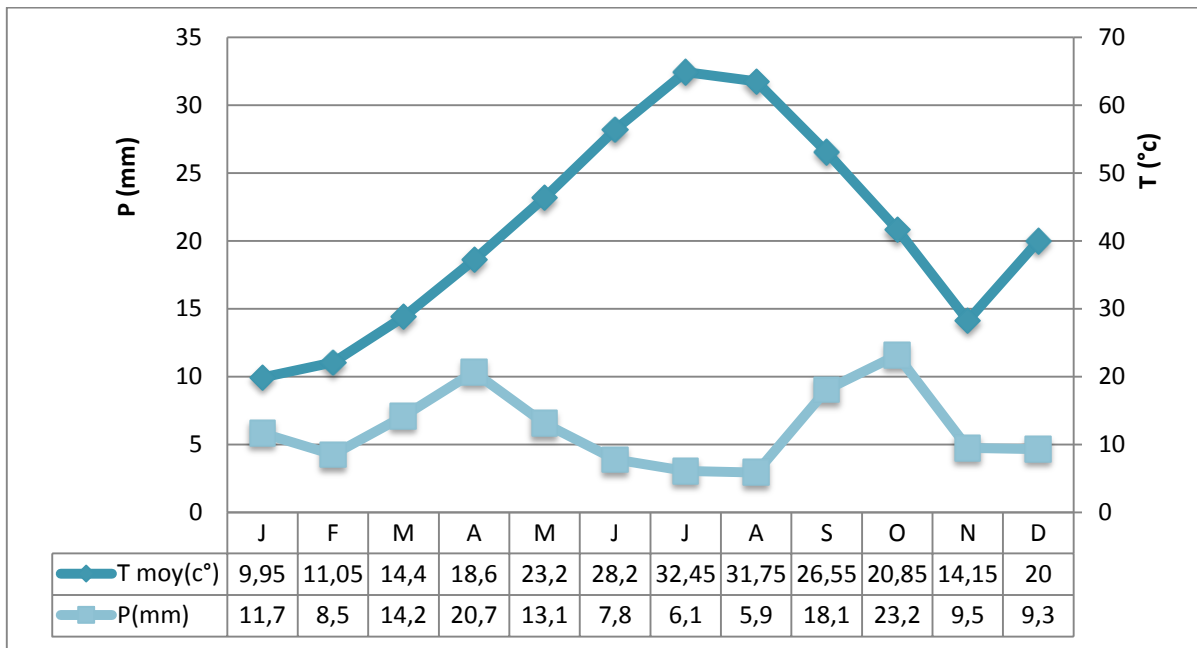


Figure 9 : Diagramme Ombrothermique de Boussaâda (2008-2017)

### 1.7.2. Climagramme pluviométrique d'Emberger

EMBERGER à précise 5 étages bioclimatiques : humide, sub-humide, aride, semi-aride, et saharien, et 4 variantes thermiques :

- A hiver froid  $m < 0^{\circ}\text{c}$ .
- A hiver frais  $0 < m < 3^{\circ}\text{c}$ .
- A hiver doux ou tempéré  $3 < m < 5^{\circ}\text{c}$ .
- A hiver chaud  $m < 7^{\circ}\text{c}$ .

La méthode consiste à calculer le coefficient d'EMBERGER simplifié par **Stewart (1972) in Djebaili (1984)** :  $Q2 = 3.43 * P / (M - m)$

Où:

P : exprime les précipitations annuelles exprimes en (mm).

M : la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

m : la moyenne des températures minimales du mois le plus froid. (Les températures sont exprimées en degrés Kelvin  $K^{\circ} = T^{\circ}\text{C} + 273$ ).

La représentation graphique porte m sur l'axe des abscisses et Q2 sur celui des ordonnées. Aux valeurs du quotient correspondent les étages bioclimatiques et à celle des températures minimales du mois le plus froid.

Station de Boussaâda:

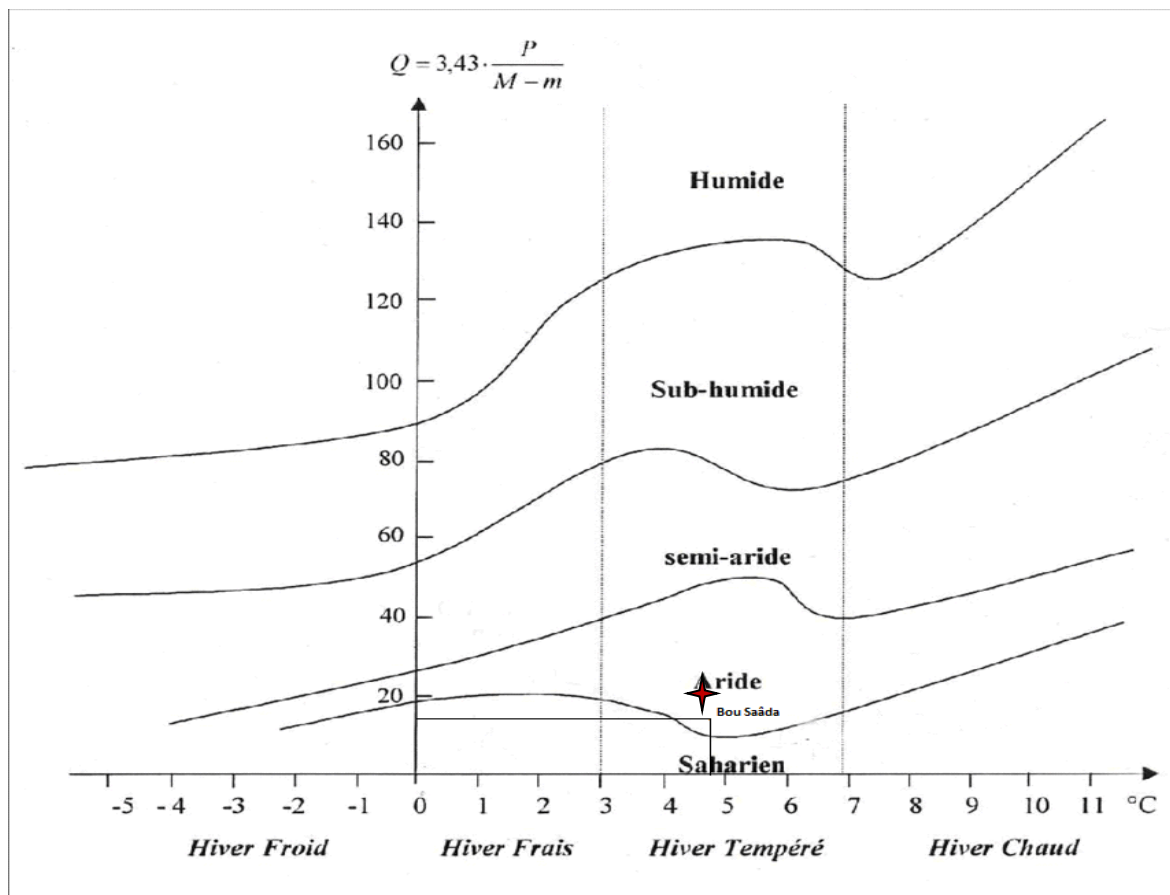
P= 146,03

M=40,2

m=4,7

Donc **Q2 = 14,11**

Cette valeur reportée sur de climagramme d'Emberger montre que la région de Boussaâda se situe dans l'étage bioclimatique aride à hiver tempéré (figure 10).



**Figure 10:** Positionnement de la situation de Boussaâda dans le climagramme d'Emberger (2008-2017)

### 1.8. Végétation

La végétation de la région, qui conditionne pour une importante part l'activité économique, le pastoralisme entre autres, constitue les terrains de parcours pour l'élevage ovin et, dans une moindre mesure, camelin aux abords du chott.

Rien que dans l'oued et dans les steppes rocailleuses ou sableuses aux alentours de Boussaâda **Nicholas, (1914)**, cité par Mohamed Kaabeche (**Ibid**), dénombre 94 taxons ou espèces, mais quand on gagne les hauteurs méridionales des monts des Ouled Naïls, moins de 10 km à vol d'oiseau, la flore devient plus variée et abondante.

Ainsi, « Pour la zone concernée région de Boussaâda, sa composition reflète sa situation à cheval sur les deux grandes unités phytogéographiques mentionnées précédemment. On y retrouve en effet un ensemble d'espèces endémiques représentatives tant de l'élément méditerranéen (38 taxons endémiques maghrébins) que de l'élément saharo-arabique (20 taxons endémiques maghrébins). Il s'y ajoute 8 taxons endémiques d'Algérie » (**Nassib, 1986**).

Pour l'aire avoisinante au chott qui, selon **Quezel et Santa(1962)**, se rapporte à la sous-région saharo-arabique dont elle représente une enclave au sein de la sous-région méditerranéenne. On y rencontre alors, malgré la salure élevée du sol, des plantes qui se sont bien adaptées à ces rudes conditions. On citera de ces plantes « el-guettaf » ou l'arroche (*Atriplexhalimus*), plante fourragère sauvage, « et-tarfa » ou le tamaris (*Tamarix*), « er-r'tem » ou le genêt blanc (*Retamaretam*), combustible d'antan d'excellente qualité pour les populations habitant cette zone.

En exceptant les terres irriguées de la palmeraie et en allant vers les massifs montagneux, la steppe se trouve dégarnie d'arbres et presque dépourvue de couverture végétale, mais dès qu'on s'élève à une certaine altitude, et grâce à une pluviosité plus forte, des formations forestières (matorrals) font leur apparition.

Il y prédomine le pin d'Alep, le genévrier de Phénicie et le cèdre, et dont l'exploitation alimentait en bois, et durant des siècles, les demeures et les charpentiers de Boussaâda. Et il s'ajoute à cela une multitude de plantes, certaines, comme l'alfa dans les hauts plateaux environnants, étaient jadis travaillées pour fournir les populations locales en différents objets de vannerie (nattes, récipients, cordages, etc.) et d'autres, à usage médicinal, dont les préparations, infusions et tisanes apportent encore de nos jours remède et bienfaits.

### **1.9.La faune**

La faune animale, riche et diversifiée, est composée de plusieurs espèces d'oiseaux telles que perdrix, outardes, hérons etc., de mammifères dont on citera la gazelle de Cuvier et

de reptiles comme le varan. Mais, cette faune a la particularité, dans cette région, d'être en voie de disparition du fait de la chasse et de l'extension des terres cultivables dans les communautés steppiques, forestières et préforestières (**Harkat, 2012**).

### 1.10. Agriculture

Le terme « agriculture » signifie « culture des champs », par opposition à l'utilisation des espaces réservés aux troupeaux. La définition du Petit Robert (1989) précise qu'elle correspond à l'ensemble des travaux transformant le milieu pour la production de végétaux et d'animaux utiles à l'homme (**Schwartz et al, 2005**).

Elle consiste à obtenir une production d'une série de plantes et animaux sur une certaine surface et au sein d'un milieu naturel et socio-économique donné à travers des contraintes en mettant en œuvre des facteurs de production (**Sebillotte, 1976**).

**Tableau 4:** Représentation de la superficie agricole totale, utilisée de la région de Boussaâda (**DSA, 2020**)

Année	Superficie Agricole Totale (SAT) ha	Superficie Agricole Utilisé (SAU) ha	Nombre d'investisseurs agricoles
2010	1.646.890	277.211	/
2011	1.646.890	277.211	/
2012	1.646.890	277.211	/
2013	1.646.890	277.211	34.944
2014	1.646.890	277.592	35.017
2015	1.646.890	277.592	35.017
2016	1.646.890	277.592	35.017
2017	1.646.890	277.592	35.216
2018	1.646.890	277.592	35.419
2019	1.646.890	277.592	36.200

La superficie Agricole Utilisé (SAU) ha n'a pas changé depuis 2014 (277.592 ha), cela est dû à l'inexploitation les superficies Agricoles.

**1.10.1. Production végétale**

L'agriculture constitue le moyen le plus important de la subsistance et du développement de la commune de Boussaâda, elle emploie un nombre considérable de travailleurs et approvisionne les différents marchés de la région en produits agricoles.

Les produits agricoles plus importants à la 2020 (tableau 5) :

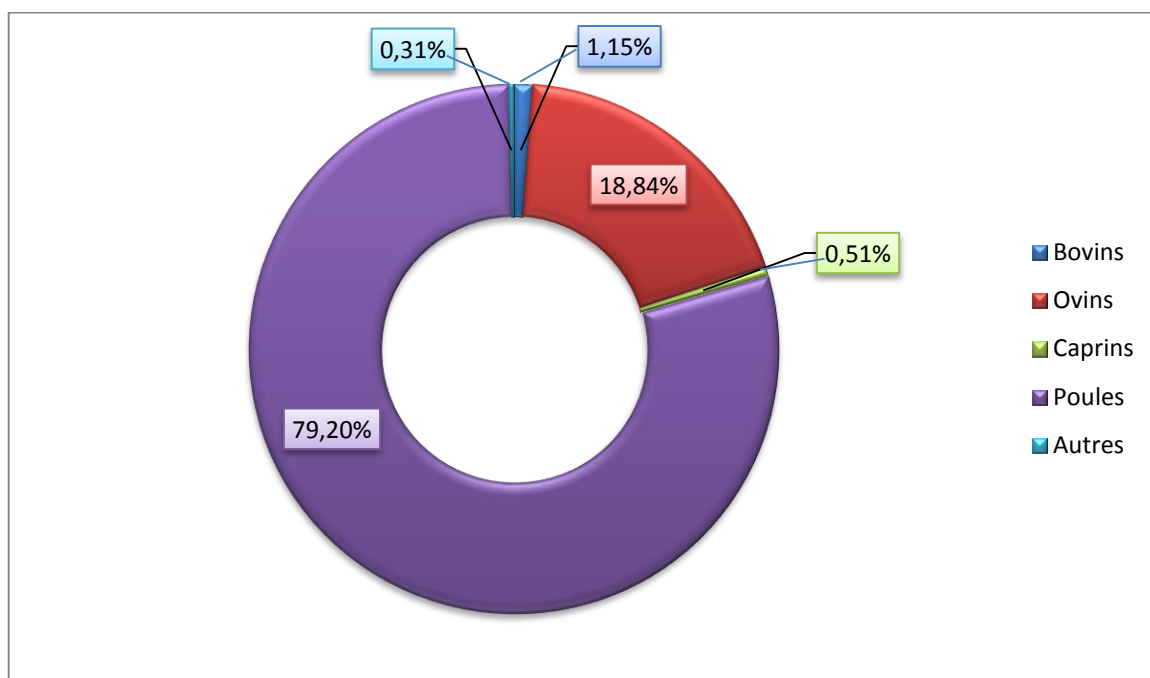
**Tableau 5:** La production végétale de la région Boussaâda

Type de culture	La surface en Ha
<b>Piment</b>	12,75
<b>Courgette</b>	65
<b>Navet</b>	44
<b>Carotte</b>	126
<b>Tomate</b>	9,25
<b>Fèves</b>	30
<b>Laitue</b>	157
<b>Pomme de terre</b>	240

**Source : Bureau statistique de Boussaâda.**

**1.10.2. Production animale**

Les pacages et les parcours steppiques de la zone d'étude couvrent une superficie estimée à 15300 Ha soit 83,61% de SAT caractérisant la principale ressource fourragère qui représente 42.99% de la surface cultivée pour l'alimentation des cheptels (SAB, 2018).



**Figure 11** : Les différents types d'élevages dans la région Boussaâda (SAB, 2018)

L'élevage existant englobe les ovins, caprins, bovins et l'aviculture. Elles sont respectivement représentent 18.84%, 0.51%, 1.15%, 79.20% du nombre total des têtes, sachant que les données de l'aviculture concerne essentiellement la capacité des bâtiments des Poules Pondeuses et de Chair.

Les données fournies par le **S.A.B, 2018** ont été résumées comme suit :

- 105 000 têtes des Poules dont 34.29% de Poules Pondeuses et 65.71% de Poules de Chair.
- 27 530 têtes d'Ovins dont 75.61% de Brebis.
- 2 446 têtes de Bovins dont 75.48% de Vaches Laitières.
- 2 064 têtes de Caprins dont 70.75% de Chèvres.
- Les autres comprennent 411 têtes restés dont 22.87% d'Equins et 76.16% de Ruches, 0.97% de Chameaux (4 Chameaux). (**Voir Annexe 1**)

### 1.11. Développement et économie

Boussaâda est bien située et sera à l'avenir influencée par des fondamentaux économiques et naturels qui affectent directement les villes environnantes. Cette situation au carrefour des routes nationales (RN8 : Alger- Biskra, RN46 : M'sila- Djelfa) constitue un important carrefour d'échange entre la méditerranée et le Sahara, mais aussi entre les Ziban et le littoral algérois, et entre le M'Zab et Constantine (**Helali, 2016**).

Boussaâda est une zone touristique riche en oasis et cascades, de plus, on dit « Oasis Boussaâda », connue pour ses palmeraies et plaines cultivées, irriguées à partir de la nappe phréatique et des vallées fluviales de Maiter et Boussaâda. **(Voir Annexe 2)**

Cette ville, qui est en pleine évolution spatiale, ne répond pas à des plans particuliers en termes d'aménagement, au contraire, elle connaît plusieurs plans, à savoir : plan linéaire, plant en damier et plan radioconcentrique. Son tissu urbain se structure autour de plusieurs axes qui sont principalement des axes routiers importants, le long desquels se répartissent les logements et les différents équipements (administratifs, scolaires etc....) **(Helali, 2016)**.

Cet endroit était, auparavant, un site touristique par excellence attirant non seulement les touristes ordinaires, demandeurs de repos, mais également ceux qui recherchaient le dépaysement et la découverte. De grands intellectuels et écrivains ont essayé d'exposer la vie socio culturelle dans l'oasis de Boussaâda.

On notera les algériens Youcef Nacib avec son ouvrage intitulé « Les cultures oasiennes, Boussaâda, essai d'histoire sociale » **(Nacib, 1986)**, et Mostéfa Lacheraf avec son livre intitulé « Des noms et des lieux » **(Lacheraf, 1998)** où il décrit les impressions qu'il garde de la ville dans les années 1942, ainsi que les étrangers comme le Baron Aucapitaine Salvador dans sa « Notice sur Bou Saada - Province de Constantine dans la Revue Africaine Vol.6, 1862 », Charles Dufresne et ses impressions sur la palmeraie, Guillaumet avec ses écrits « Les Fileuses de laine à Boussaâda » de 1885 ou « L'Intérieur à Boussaâda » de 1887 ou encore « La place Remlia à Boussaâda » et Etienne Dinet « Combat autour d'un sou », « Trois garçons à Boussaâda », « Danseuse de la tribu des Ouled Naïl » **(Khodja, 2008)**.

### **1.11.1. Sur le plan urbanistique**

La croissance démographique rapide de la ville de Boussaâda a donné lieu à une expansion urbaine massive : 5 quartiers en 1972, 10 quartiers en 1983, et plus de 20 quartiers en 2001, se retrouvant entourés de quartiers aux caractéristiques instables. 60% de la population totale de la ville. Il présente une division naturelle et « forcée ». De ce fait, l'implication topographique de la ville la divise en deux parties par un SO-NE faisant face à la crête (figure 12, 13) **(Taibaoui, 2006)**.

Son tissu urbain s'étire de manière remarquable et mal maîtrisée : d'abord, vers le sud-ouest, se développent des types de tissus très différents, puis à partir des années 1970, la ville

développe une partie planifiée à l'est du centre-ville du tissu urbain, d'autres non planifiées (des tissus urbains spontanés) se sont développés à l'ouest. Enfin, une fois ses "sites naturels" saturés, la ville s'est étendue à l'extrême nord-est de la ceinture de dunes de sable (Salmon et al, 2009).

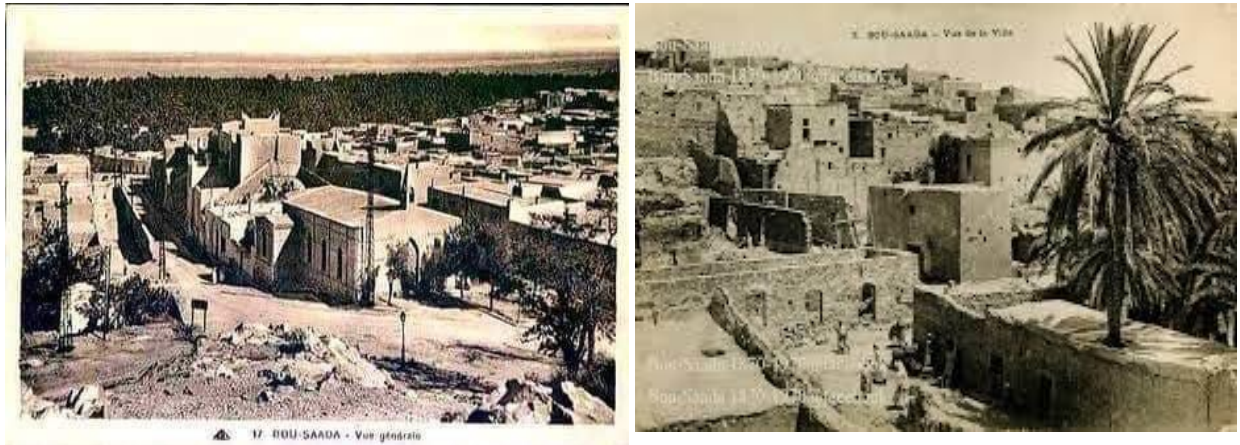


Figure 12: La ville de Boussaâda en 1970-1980 (Yves Jean)



Figure 13: la ville de Boussaâda actuellement (Original)

### 1.11.2. Sur le plan touristique

La spécificité touristique qu'a connue la ville de Boussaâda durant son histoire ancienne, commence à s'étouffer peu à peu, parallèlement à l'extension de la ville et conjointement à l'apparition des activités commerciales et « industrielles » et la prolifération des déchets

solides et liquides, notamment dans l'oued et à proximité des jardins et de la palmeraie (Salmon et al, 2009).

Bou Saada est un lieu de passage entre le Sud et le Nord, ayant un aspect touristique apprécié mais peu exploité. (Voir Annexe 3)

La région touristique de Bou Saada, comprend les sites de Bou Saada, Ouled Sidi Brahim, El Hamel, Djebel M'Saad, Ain Emaleh, Ain Erich, Sidi Ameur, M'sif et Bonrours.

- Le vallon de Bou Saada qui amène la rivière au jardin.
- Bou Saada est souvent intégrée dans les différents circuits touristiques organisées sur les wilayas limitrophe ou dans le sud, la curiosité des touristes va vers le vieux K'sar, le vieux tombeau du peintre Dinet avec le musée national Nasr Eddin Dinet, ainsi que les belles mosquées.
- A 2 km de Bou Saada se trouve Le Moulin Ferrero, c'est un lieu très pittoresque construit dans un défilé de canyons.
- A 10 km de Bou Saada la ville D'el Hamel avec sa mosquée, sa zaouïa et sa diversité naturelle (le site historique de Dermel).
- Le foret de Djebel M'Saad, et la partie sud de chotte El Hodna bordée de riche palmeraies longent le plan d'eau du chotte (NEE, 2009).

***Chapitre 2 : Matériel et  
Méthodes***

Avant d'apprécier et évaluer l'état d'eau des sources, il paraît logique de présenter les caractéristiques et les paramètres physico-chimiques d'eau de source, l'utilisation de ces paramètres constitue un bon moyen pour l'estimation de la qualité de ces rejets urbain et de leur impact sur l'environnement.

### 2.1.Eaux de source

Une eau de source, selon le décret français n° 89-369 du 06 juin 1989 relatif aux eaux minérales naturelles et eaux potables pré-emballées, est une eau d'origine souterraine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution, apte à la consommation humaine sans traitement chimique.

#### 2.1.1.Différents types de sources

Les sources représentent l'émergence des eaux souterraines, elles sont plus souvent rencontrées dans les régions montagneuses.

Selon (**Bouziati, 2000**) Trois types de sources sont à distinguer:

##### ❖ Sources d'affleurement

Pour lesquelles l'approvisionnement se fait sur un fond imperméable dans une vallée (au pied de la pente).

##### ❖ Source d'émergence

Dites aussi artésiennes, ces sources sont alimentées par la couche inférieure de la nappe (ces sources sont susceptibles de tarissement). Le débit d'une source artésienne est en principe uniforme durant toute l'année.

##### ❖ Source de déversement

Elles naissent sur les pentes ou grandes hauteurs (au-dessus du fond de la vallée) généralement leur débit est faible.

#### 2.1.2.Traitement de l'eau de source

Les eaux de sources sont naturellement propres à la consommation humaine. Les seuls traitements qui sont permis d'être appliqués, afin d'éliminer les éléments instables (gaz, fer, Manganèse) sont l'altération, la décantation et la filtration (**Luc et Lagardette, 2004**).

## 2.2. Définition d'une eau potable

L'eau potable est une eau qui doit être exempte de microorganismes pathogènes et de substances toxiques. Elle doit, par ailleurs, être limpide, incolore et ne présente aucun goût ni odeur désagréable (O.M.S, 1986).

### 2.2.1. Les normes des eaux potables

#### ➤ Législation et textes

L'eau doit répondre à des normes préétablies qui fixent les concentrations "seuils" ne pas dépasser pour un certain nombre de substances dangereuses et pouvant y être présentes. Cependant, bien qu'une eau potable soit conforme aux normes, cela ne signifie pas pour autant qu'elle soit indemne de ces substances, mais que leur teneur est assez faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur (Houmel, 2017).

La norme est représentée par une valeur chiffrée, qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser pour une substance, ou une limite inférieure à respecter ou encore une fourchette comprise entre un minimum et un maximum (OMS, 2006).

Loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 04 Août 2005 relative à l'eau.

❖ Article 111: Au sens de la présente loi, on entend par eau de consommation humaine toute eau destinée à :

- La boisson et aux usages domestiques.
- La fabrication des boissons gazeuses et de la glace.
- La préparation au conditionnement et à la conservation de toutes denrées alimentaires.

❖ Article 69: Les ressources en eau souterraines et superficielles sont soumises à des contrôles de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques.

Les conditions dans lesquelles sont effectués les prélèvements et les analyses d'échantillons sont fixées par voie réglementaire.

➤ Les normes Algériennes

**Tableau 6.** Paramètres avec valeurs indicatives (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 22 mars 2011)

Groupe de paramètres	Paramètres	Valeurs	Unités	
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	PH	$\geq 6.5$ et $\leq 9$	Unité PH	
	Conductivité	2800	$\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20	
	Température	25	$^{\circ}\text{C}$	
	Dureté	200	mg/l en $\text{CaCO}_3$	
	Alcalinité	500	mg/l en $\text{CaCO}_3$	
	Calcium	200	mg/l en $\text{CaCO}_3$	
	DBO5	<3	mg/l	
	DCO	30		
	Potassium	12	mg/l	
	Résidu sec	1500	mg/l	
	Sodium	200	mg/l	
	Sulfates	400	mg/l	
	Paramètres organoleptiques	Couleur	15	Mg/l Platine
Turbidité		5	NTU	
Odeur 12 $^{\circ}\text{C}$		4	Taux dilution	
Saveur 12 $^{\circ}\text{C}$		4	Taux dilution	
Aluminium		0,2	mg/l	
Ammonium		0,5	mg/l	
Paramètres chimiques		Baryum	0,7	mg/l
		Bore	1	mg/l
		Fer total	0,3	mg/l
		Fluorures	1,5	mg/l
	Manganèse	50	$\mu\text{g}/\text{l}$	

<b>Nitrates</b>	50	mg/l
<b>Nitrites</b>	0,2	mg/l
<b>Oxydabilité</b>	5	mg/l O <sub>2</sub>
<b>Phosphore</b>	5	mg/l
<b>Acrylamide</b>	0,5	µg/l
<b>Antimoine</b>	20	µg/l
<b>Argent</b>	100	µg/l
<b>Arsenic</b>	10	µg/l
<b>Cadmium</b>	3	µg/l
<b>Chrome total</b>	50	µg/l
<b>Cyanure</b>	70	µg/l
<b>Mercure</b>	6	µg/l
<b>Plomb</b>	10	µg/l
<b>Sélénium</b>	10	µg/l
<b>Zinc</b>	5	mg/l
<b>Phénols</b>	0,5	µg/l
<b>Bromates</b>	10	µg/l
<b>Chlore</b>	5	mg/l
<b>Chlorite</b>	0,07	mg/l
<b>Trihalométhanes (THM)(Total)</b>	100	µg/l

➤ Les normes d’OMS :

Tableau7.Les normes de l’OMS de qualité des eaux potables 2006.

<b>Elément/substance</b>	<b>Lignes directrices fixées par l’OMS</b>
<b>Aluminium</b>	0,2 mg/l
<b>Ammonium</b>	Pas de contraintes
<b>Antimoine</b>	0,02 mg/l
<b>Arsenic</b>	0,01 mg/l
<b>Amiante</b>	Pas de valeur guide
<b>Baryum</b>	0,7 mg/l

<b>Béryllium</b>	Pas de valeur de guide
<b>Bore</b>	0,5 mg/l
<b>Cadmium</b>	0,003 mg/l
<b>Chlore</b>	Pas de valeur mais on peut noter un gout à partir de 250 mg/l
<b>Couleur</b>	Pas de valeur Guide
<b>Cyanure</b>	0,07 mg/l
<b>Oxygène dissous</b>	Pas de valeur guide
<b>Fluorure</b>	1,5 mg/l
<b>Dureté</b>	200 ppm
<b>Sulfure d'hydrogène</b>	0,05 à 1 mg/l
<b>Fer</b>	Pas de valeur guide
<b>Manganèse</b>	0,4 mg/l
<b>Molybdène</b>	0,07 mg/l
<b>Nitrate et nitrite</b>	50 et 3 mg/l (exposition à court terme) 0.2 mg/l (exposition à long terme)
<b>Turbidité</b>	Non mentionnée
<b>Ph</b>	Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5
<b>Argent</b>	Pas de valeur guide
<b>Sodium</b>	Pas de valeur guide
<b>Sulfate</b>	500 mg/l
<b>Etain inorganique</b>	Pas de valeur guide : peu toxique
<b>TDS</b>	1400 mg/l
<b>Uranium</b>	0.015 mg/l
<b>Zinc</b>	3 mg/l

### 2.3.Echantillonnage

#### 2.3.1.Prélèvement de l'eau

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate qui doit être effectuée au mieux de vos capacités, et c'est elle qui détermine les résultats de l'analyse et

l'interprétation qui en sera donnée. Les échantillons doivent être homogènes, représentatifs et obtenus sans altérer les propriétés physico-chimiques de l'eau.

Le bon échantillon est essentiel pour obtenir des résultats analytiques importants, tout comme la compréhension du devenir de l'échantillon entre l'échantillon et son arrivée au laboratoire. Les échantillons doivent subir un certain temps de transit et attendre au laboratoire avant que l'analyse puisse être lancée. Ces temps doivent être réduits au minimum.

En général, le transport dans un emballage isotherme à une température de 4°C et dans l'obscurité assure une bonne conservation.

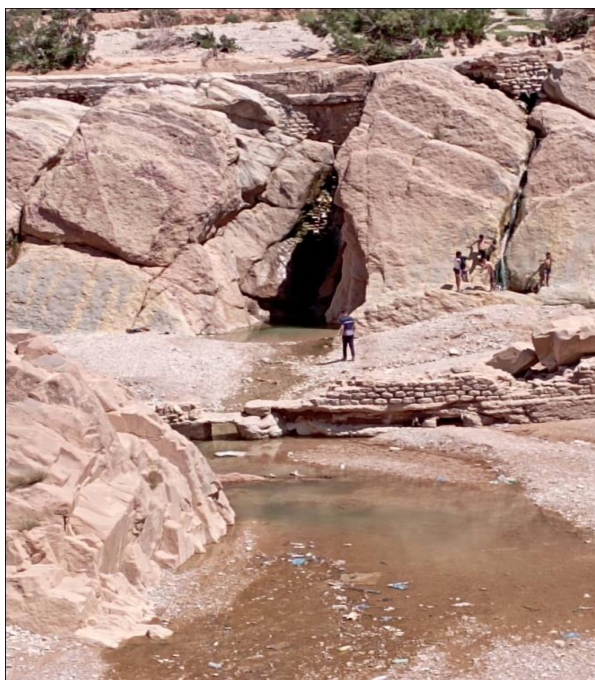
Dans notre cas, le : **09 /05 /2022**, on à effectuer notre échantillonnage, on a pris de 4 bouteilles de 1 litre en plastique, on a mesuré le pH, la CE et la température de l'eau des prélèvements sur place.

Les stations de prélèvement des eaux pour analyser :

- **Station1 : Source Aligue.**
- **Station2 : Source Ain chrab, El Hamel.**
- **Station3 : Source Gultet El djemel.**
- **Station4 : Source Rehha Férrérou.**

**Tableau 8.**Lieux et dates de prélèvement

<b>Station : Lieu de prélèvement</b>	<b>Date et L'heur de prélèvement</b>
<b>Aligue</b>	09/05/2022 à 09 :49
<b>Ain chrab</b>	09/05/2022 à 11 :00
<b>Gultet El djemel</b>	09/05/2022 à 14 :09
<b>Rehha Férrérou</b>	09/05/2022 à 14 :17



**Figure 14.**Source Rehha Ferrero (Djahel Abir, 2022)



**Figure 15.**Source Gueltet El djemel (Djahel Abir, 2022)



**Figure 16.**Source Ain chrab (Djahel Abir, 2022)



**Figure 17.**Source Aligue, Takoka (Saidani Radoine, 2020)

### 2.3.2. Conservation des échantillons

Avant d'effectuer des opérations analytiques, toutes les dispositions doivent être prises pour que les résultats représentent fidèlement la composition de l'eau.

**Tableau9.**Conditions de conservation de prélèvement selon **Rodier, 1996**

Caractéristique à analysé	Volume minimum du prélèvement (ml)	Température de conservation à (c°)	Effectuer la mesure avant
Ph	-	4	24h
CE	100	4	48h
O2	300	4	24h
Résidu sec	500	4	07 jours
Chlorure	100	-	15 jours
Sulfate	200	4	07 jours
Nitrate	-	4	48h
Nitrite	-	4	48h
Calcium	800	4	Plusieurs mois
Magnésium	-	4	Plusieurs mois

<b>Potassium</b>	-	4	Plusieurs mois
<b>Sodium</b>	-	4	Plusieurs mois
<b>Carbonate et Bicarbonate</b>	500	-	Quelques jours

#### 2.4. Les analyses physico-chimiques

- Matériel et appareillages utilisés

**Tableau 10.** Matériel et les produits utilisés

	<b>Matériel et Appareillages</b>	<b>Produits chimiques</b>
<b>Sur terrain</b>	Glacière Ph mètre AD1000 Conductimètre 211D Flacons Bouteilles	L'eau
<b>Au laboratoire</b>	Turbidimètre TL2300 Balance Agitateur Etuve Spectrophotomètre DR2800 Spectrophotomètre a flamme PFP7 Bain marie Pipettes Des fioles Des béchers Burettes	L'eau distillée HCl, NaOH, Nitrates d'argent, Chromate de potassium, Murexide, Noir erichrome, EDTA, Phénolphtaléine, Solution tampon ph=10.

- Les méthodes d'analyses utilisées :
- ❖ Analyse physique :

Sur terrain :

##### 2.4.1. Température

Elle est le facteur le plus apprécié pour une eau destinée à l'irrigation, elle est mesurée par un thermomètre (**Tfeyeche, 2014**).

La température est un facteur important dans la vie aquatique. Un changement de la température affecte les diverses propriétés de l'eau. Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz. Elle influe sur la solubilité de l'oxygène dans l'eau. La température a une influence aussi sur le pouvoir auto-épuration des cours d'eaux (**Degremont, 2005**).

De plus, cette mesure est très utile pour les études limnologiques et pour le calcul des échanges thermiques d'un point de vue industriel.

### ✓ Mode opératoire

Utiliser un thermomètre pour mesurer la température en même temps et au même endroit que l'échantillon d'eau en respectant les précautions décrites dans (**Rodier, 1996**). Lors de la mesure de la température de l'air, nous évitons le rayonnement solaire direct et la chaleur de l'opérateur, la température de l'eau est mesurée dans un canal sec à l'écart des berges. Plonger le thermomètre à environ 15 cm de profondeur pendant 10 minutes.

### 2.4.2. Potentiel hydrogène (pH)

Le pH est appelé potentiel hydrogène. Il mesure la valeur de dissociation en ions des acides et des bases (produits alcalins) en solution dans l'eau (**Grosclaude, 1999**).

L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane "7" correspond à une solution neutre à 25°C.

Le pH d'une eau naturelle peut varier de "4" à "10" en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Le pH n'a pas de signification hygiénique, mais il présente une notion très importante pour la détermination de l'agressivité de l'eau (**Rodier, 1984**).

- Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous forme ionique plus toxique (**Houmel, 2017**).
- Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, qui est toxique (**Houmel, 2017**)

### ✓ Mode opératoire :

- Allumer le pH-mètre (bouton rouge) Connectez l'électrode de pH.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Vérifier l'électrode (niveau de solution kcal)
- Affiche la température ambiante.

- Prenez un petit bécher avec une solution tampon pH = 7
- Réglez l'agitation à basse vitesse.
- Plonger l'électrode pH dans une solution tampon pH = 7
- Arrêtons-nous un moment.
- Clic droit pour ajuster à pH = 7 Retirer l'électrode et rincer abondamment à l'eau distillée.
- Recalibrer de la même manière avec des solutions tampons pH = 9 et pH = 4
- Rincez ensuite soigneusement l'électrode avec de l'eau distillée.

Après le calibrage on va mesurer notre échantillon :

- Prendre environ 100ml d'eau à analyser (dans un bêcher).
- Tremper l'électrode dans le bêcher.
- Attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture, le résultat obtenu est exprimé en «  $\mu$  S/cm ».



Figure 18. PH mètre AD1000

### 2.4.3. Conductivité électrique et TDS

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique (**Rodier, 2009**).

Elle augmente avec la teneur en sels dissous et elle dépend aussi de la température. On l'exprime usuellement en ( $\mu$ S /cm) (**Selhi et smail, 2004**).

Il existe donc une relation entre la conductivité d'une eau et sa minéralisation, d'où l'intérêt que présente la mesure de la conductivité, mesure quasi instantanée, pour connaître la minéralisation d'une eau (OMS, 2007).

### ✓ Mode opératoire

En règle générale, la verrerie doit être soigneusement nettoyée et rincée à l'eau distillée avant utilisation.

- Rincer plusieurs fois la cellule de conductivité, d'abord avec de l'eau distillée, puis la plonger dans un récipient avec l'eau à contrôler : effectuer la mesure dans le deuxième récipient en veillant à ce que l'électrode de platine soit complètement immergée.
- Agiter le liquide (aimant) pour s'assurer que la concentration ionique entre les électrodes est la même que celle du liquide ambiant, Cette agitation élimine également les bulles d'air des électrodes.
- Introduisez le thermomètre le plus près possible de la pile.
- La température du liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure.



**Figure 19.**conductimètre 211D

Remarque : le conductimètre peut mesurer : le PH, Température, Salinité.

### 2.4.4.Salinité

La salinité d'une eau correspond à sa concentration en sels dissous dans leur ensemble (**Belaid, 2010**), Mesuré par le conductimètre.

Au laboratoire :

### 2.4.5.Turbidité

La turbidité a pour origine la présence de matières en suspension qui donne un aspect trouble à l'eau. Autrement dit, c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée par la présence des matières en suspension fines comme les argiles, les limons, les grains de silice et les micro-organismes. Pour la sécurité du consommateur, l'eau destinée à la consommation doit présenter une turbidité inférieure à 5 NTU (unité de turbidité Néphélométrique) (**Rodier et al, 2009**).

**Principe** : Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et transmise permet la détection de matières insolubles qui absorbent mais diffusent mal, ce qui passerait inaperçu en mesurant uniquement la lumière diffusée.

#### ✓ **Mode opératoire**

Remplir l'échantillon à analyser dans une cuvette de mesure propre et bien l'essuyer avec du papier hygiénique, homogénéiser complètement et mesurer rapidement et doit vérifier qu'il n'y a pas de bulles d'air avant de mesurer.



Figure 20. Turbidimètre TL2300

❖ Analyses chimiques

#### 2.4.6. Détermination Dureté (TH)

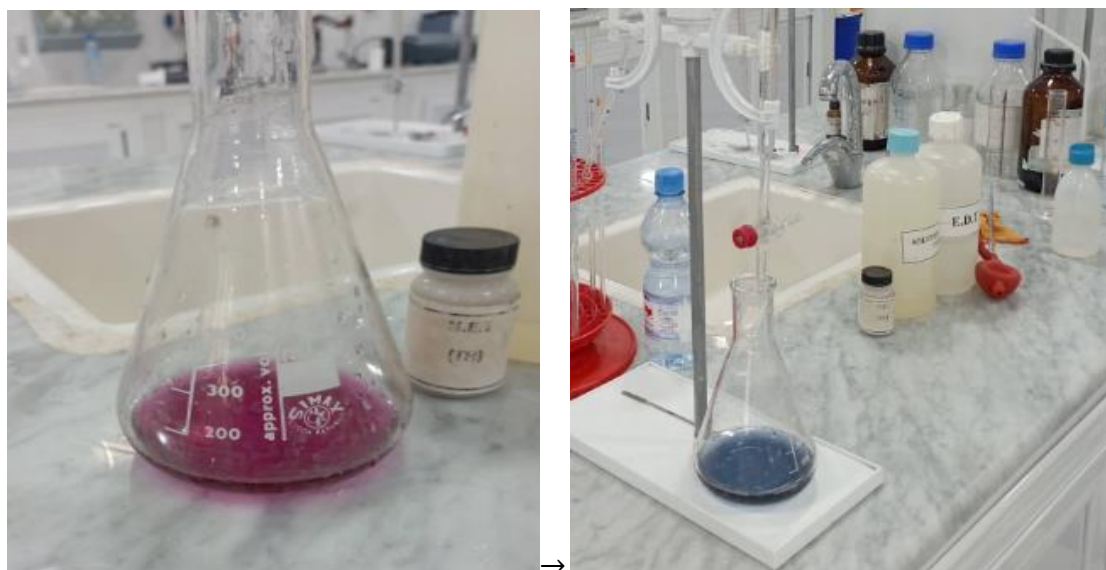
La dureté ou le titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme des concentrations en cations  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  à l'exception des alcalins. Une eau est dite douce, lorsqu'elle est pauvre en ces cations et elle est dite dure lorsqu'elle est riche en ces derniers (**Ledler, 1986**).

**Principe :** La dureté totale détermine la concentration en calcium et magnésium dissous, les métaux alcalino-terreux présents dans l'eau sont chélatés par le sel disodique d'EDTA.

✓ **Mode opératoire :**

- Prendre 25 ml d'eau à analyser plus 25 ml d'eau distillé.
- Ajouter 4 ml de solution tampon  $\text{NH}_4$
- Ajouter un peu d'indicateur Net.
- Titrer par l'EDTA (dans la burette), jusqu'au virage du violet au bleu.

Le résultat exprime par :  $\text{TH} = \text{Volume d'EDTA} \times 4$ .



**Figure 21.**Détermination le TH

#### 2.4.7. Calcium (Ca) et Magnésium (Mg)

- Le calcium : Il provient principalement de la dissolution des calcaires et des marnes. Il constitue un composant majeur de la dureté de l'eau, sa présence en grande quantité, peut être aussi due à la dissolution du gypse. Des concentrations en calcium de plus de 200 mg/l diminuent la possibilité d'utilisation de l'eau (formation de dépôts de calcaire) (**Collin, 2004**).
- Le magnésium : est l'un des éléments les plus communs trouvés dans la nature ; il représente environ 2,1 % de la croûte terrestre. La plupart de ses sels sont extrêmement solubles dans l'eau. Le magnésium est un élément important qui affecte la dureté de l'eau. Il est présent sous forme de carbonates et d'hydrogencarbonates (**Rodier, 1996**).

**Principe:** Le calcium est administré avec une solution aqueuse d'E.D.T.A avec un pH compris entre 12 et 13. Cette dose est administrée en présence de MUREXIDE. L'EDTA réagit d'abord avec les ions calcium libres, puis se combine avec les ions calcium et l'indicateur, puis passe du rouge à la couleur mauve.

#### ✓ **Mode opératoire :**

- Prélever 25 ml d'eau pour analyse plus 25 ml d'eau distillé.
- Ajouter 2 ml de NaOH 2N.
- Ajouter un peu Murexide.
- Titré par l'EDTA, jusqu'à le point d'équivalence (le rose devient violet).



**Figure 22.**Détermination de calcium

Le résultat exprime par : Volume d' EDTA x 16.

Pour calculer le magnésium on utilise cette relation :  $Ca = (V1 - V2) \times 9,72$ .

- V1 : le volume d'EDTA de TH.
- V2 : le volume d'EDTA de Ca+.

#### 2.4.8.Chlorure (Cl)

Très répandu dans la nature, généralement sous forme de NaCl, KCl ou CaCl les chlorures constituent 0.05% de la lithosphère (**Rejsek, 2002**)

**Principe :** On fait agir en terrain 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.

#### ✓ Mode opératoire

- Prendre 5 ml d'eau à analyser,
- Ajouter 3 gouttes de chromate de potassium.
- Titrer avec Ag NO<sub>3</sub> (nitrate d'argent) à N jusqu'à achromatisme brunâtre, la couleur jaune devient rouge brun.

Le résultat exprime par : volume de AgNo<sub>3</sub> x 71.

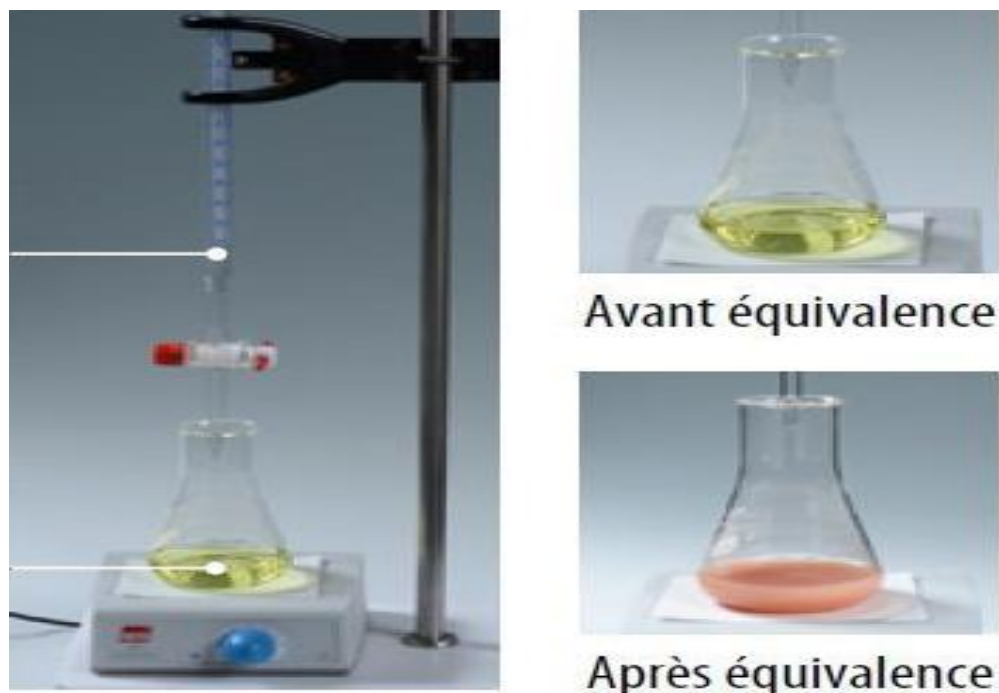


Figure 23. Détermination de chlorure

#### 2.4.9. Titre alcalimétrique et titre d'alcalinité totale TA (F°) TAC (F°) :

**Principe :** La détermination du TA et du TAC est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau Acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré.

##### ✓ Mode opératoire :

- Mettez 20 ml d'eau à analyser dans la fiole conique avec une pipette.
- Ajoutez 3-6 gouttes de phénolphtaléine, en principe, elle sera rose, sinon TA est nul.
- Généralement utilisé pour la séparation par titrage de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dans une eau naturelle avec un pH inférieur valeur supérieure à 8,3.
- Déterminer le point d'équivalence lorsque la coloration rose devient incolore.
- On ajoute on suit 3 à 6 gouttes de méthyl orange, le jaune devrait en principe.
- Développez et déterminez le point équivalent lorsque le jaune (orange) vire au rose (rouge).

Le résultat exprime par : Volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> x 10<sup>-1</sup>

#### 2.4.10. Nitrite(NO<sub>2</sub>-)

Les nitrites sont, généralement, assez largement présentes, mais à des niveaux bien moindres que les nitrates. Elles proviennent d'une oxydation incomplète de la matière organique. Les nitrites peuvent provoquer, dans certains, des phénomènes de

méthémoglobinisation pouvant aller parfois jusqu'à l'asphyxie chez les bébés nourris au biberon (**Samake, 2002**).

Des concentrations en nitrates supérieures à 50 mg/l sont à l'origine de méthémoglobinémie (cyanose) des nourissants, voire de cancer (**Degrement, 2005**)

**Le principe du nitrite (NO<sub>2</sub>) :** La diazotation du sulfonamide en milieu acide et son couplage avec le dichlorhydrate de N-(1-naphtyl) éthylènediamine ou en présence de dichlorhydrate de N-(1-naphtyl) éthylènediamine conviennent aux complexes colorés pour les dosages colorimétriques.

✓ **Mode opératoire**

- prendre 25 ml de l'échantillon à analyser dans une fiole
- prendre 25 ml d'eau distillé comme une référence.
- ajouter 0,5 ml réactif mixte : di chlorhydrate N-(1- Naphtylc -) -éthylenediamine et agiter.
- attendre 10mn, si la couleur changer et devient rose c'est-à-dire il ya le nitrite.

Enfin en faire la lecture au spectrophotomètre à  $\lambda = 543 \text{ nm}$ (C) (**Samake, 2002**).

#### 2.4.11.Nitrate (NO<sub>3</sub>)

Les nitrates sont présents dans l'eau suite au lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques, et des engrais de synthèse ou naturels. Les nitrates proviennent également de l'oxydation de l'ammoniaque selon le schéma suivant (**Samake, 2002**).

Matières organiques et microorganismes → ammoniaque → nitrites → nitrates

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote et ils se trouvent naturellement dans les eaux de surface ainsi que dans les eaux souterraines (**Rejsek, 2002**).

En présence de salicylate de sodium, le nitrate forme du p-nitrososulfonate de sodium Il est jaune pour la détermination colorimétrique.

✓ **Mode opératoire**

- Prendre 0,2 ml de l'échantillon à analyser avec 4,8 d'eau distillé.
- Prendre 5 ml d'eau distillé dans un bêcher c'est comme un référence.
- Ajouter 0,5 ml de salicylate de sodium.

- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C pendant 1h.

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

- Reprendre le résidu avec 1 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> laissé reposer 10 mn.
- Ajouter 7,5 ml d'eau distillée.
- Ajouter 7,5 ml de tartrate double de sodium et de potassium, laisser 10 min puis passer au spectromètre au 420 nm. Le résultat est donné en mg/l.



**Figure 24.**Détermination de nitrate



**Figure 25.**Spectrophotomètre DR2800

#### 2.4.12.L'ammonium (NH<sub>4</sub>)

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique.

L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel.

##### ✓ Mode opératoire :

- Dans une fiole de 25 ml prendre 20 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de réactif 1.
- Puis ajouter 2 ml de réactif 2.
- Remplir la fiole par l'eau distillée jusqu'à le trait.

Laisser le pendant 1h, Si la couleur changé mettre le dans le spectrophotomètre pour faire la lecture.

**2.4.13. Le Fer (Fe<sup>2+</sup>):**

Le fer se trouve de manière importante dans les eaux souterraines car c'est un élément de la croûte terrestre à raison de 4,5 à 5%. Sa présence dans l'eau dépend des conditions physiques et hydrologiques (lessivage des terrains, rejets industriels, corrosion des canalisations métalliques).

Une eau destinée à la consommation humaine ne doit pas contenir plus de 0,3 mg/L de fer (**Potelon et Zysman, 1998**).

**✓ Mode opératoire**

- Sur un échantillon d'eau, prélever 25 ml à l'aide d'une fiole jaugée, puis les verser dans un flacon de 100 ml.
- Ajouter une ½ jauge d'hydrosulfite de sodium, à dissoudre dans le flacon. Laisser réagir 5 minutes.
- Ajouter 4 gouttes de diméthylglyoxime, permettant la réduction des espèces fer en ions ferreux, Fe<sup>2+</sup>.
- Puis 4 gouttes d'ammoniaque sont additionnées afin d'alcaliniser le milieu : le diméthylglyoxime ne réagit qu'en milieu basique.

Laisser réagir 10 minutes. Une coloration plus ou moins rose-rouge est visible en présence d'ions ferreux.

**2.4.14. Sodium(Na)**

Le sodium est un élément constant dans l'eau (**Rodier et al, 2009**).

Il se trouve dans la majorité des eaux souterraines et de surface (**Potelon et Zysman, 1998**).

Des valeurs élevées en sodium peuvent avoir une origine d'ordre géologique ou être dues à une contamination. Des teneurs qui dépassent 200 mg/l provoquent des modifications perceptibles du goût (**Samake, 2002**).

Les éléments à analyser (sodium, potassium lithium, calcium etc.) sont généralement sous forme de sels. L'analyse se fait en partant de leurs résultats.

**✓ Mode opératoire :** par l'appareil Dr LANGE (JENWAN)

- Allumer l'appareil à l'aide du bouton vert (Power) et Ouvrir le robinet de la bouteille du gaz.
- Allumer la flamme à l'aide du bouton noir "IGNITION" sans lâcher le doigt jusqu'à l'affichage "FLM" en rouge sur l'écran.
- Pipeter de l'eau distillée remplie dans une cuvette.
- Optimiser la flamme si elle est jaune à l'aide du bouton "fuel" jusqu'à que la couleur devienne bleu violacée.
- Optimiser à zéro à l'aide du bouton "Blank".
- Laisser se stabiliser 5 à 10 minutes.
- Une fois qu'elle se stabilise à zéro, activer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de  $\text{Na}^+$  ou du  $\text{K}^+$  à 10 mg/l.
- Optimiser à 10 mg/l à l'aide du bouton "FINE"
- Retirer la cuvette remplie par une solution étalon de " $\text{Na}^+$ " ou de " $\text{K}^+$ " à 10 mg/l et la remplacer par une cuvette remplie d'eau distillée et vérifier si l'écran affiche zéro (0.000).
- Retirer la cuvette remplie par l'eau distillée et la remplacer par une cuvette remplie par une solution étalon de " $\text{Na}^+$ " ou de " $\text{K}^+$ " à 10 mg/l et vérifier si l'écran affiche (10).
- Retirer la cuvette et la remplacer par une autre cuvette remplie d'eau distillée.
- A la fin, passer aux échantillons inconnus jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran soit stable (3 essais pour chaque échantillon)
- A la fin du dosage et par mise de la sécurité, il faut toujours fermer la bouteille de gaz propane en premier lieu ensuite l'appareil et la pompe.

### 2.4.15.Potassium(K)

Le potassium est principalement présent dans les roches ignées et dans les argiles. (Chery, 2006). Le potassium provient de la modification des argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques (NPK) très utilisés par les agriculteurs.

Il joue un rôle important dans le système hydrique de l'homme. Toutefois quand les reins fonctionnent mal, il y a une accumulation de potassium, ce qui peut entraîner une perturbation des battements du cœur (OMS, 2004).



**Figure 26.**Spectrophotomètre a flamme PFP7

#### 2.4.16.La Matière organique

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 pourra être augmentés par la chloration. Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu acide et en milieu alcalin. Les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieur à 1 mg/L (Derwicheet al, 2010).

***Chapitre 3: Résultats et  
discussions***

Dans ce chapitre on rapporte les résultats d'analyses physico-chimiques, effectués au niveau du laboratoire d'analyses d'ADE de M'sila, pour déterminer la qualité des eaux des sources de 4 stations (leurs potabilités) dans la région de Boussaâda, ces analyses ont été effectuées au cours du mois de Mai 2022.

### 3.1. Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats des paramètres physico-chimiques obtenus, sont représentés dans le tableau 11 :

**Tableau 11:** Variation des paramètres physico-chimiques

Paramètres	Stations				Norme Algériennes	Normes D'OMS
	Source Aligue	Source Ain chrab	Source GultetEl Djmel	Source RehhaFéro		
Température	21,5	16,1	20,7	20,4	25°	25°
Ph	7,5	7,15	7,5	8,2	6,5-9	6,5-9,5
Conductivité	1100	1736	2420	2150	2800µs/cm	2800 µs/cm
TDS	593	1060	1328	1180	1400mg/l	1400mg/l
Salinité	0,5	1	1,4	1,2	1,5%	50mg/l
Turbidité	0,30	0,17	0,53	0,72	5NTU	Non mentionnée
TH	14	25	40	29,5	50 °F	<50 °F
Ca+	9	16	22	18,5	200mg/l	<270 mg/l
Mg+	48,6	87,48	174,96	106,92	500mg/l	<50 mg/l
Cl	1,1	3,5	4,1	3,5	500mg/l	<250 mg/l
TAC	24	20	1,7	1	500mg/l	<15 mg/l
NO2	0	0	0	0,3	0,2mg/l	<0,2mg/l
NO3	27,2	50,2	46	43,2	50mg/l	<50 mg/l
NH4	0	0	0	0	0,5 mg/l	Pas de contraintes
Fe+	0	0	0	0	0,3mg/l	<0,3 mg/l

<b>Na+</b>	/	84	191	169	200mg/l	<150 mg/l
<b>K+</b>	/	7,6	7,8	8,1	12mg/l	<12 mg/l
<b>Mo</b>	/	0,3	1,2	0,5	10 mg/l	Non mentionnée

### 3.2. Discussions des analyses physico-chimiques

#### 3.2.1. Température

Les résultats de cette étude obtenus (Fig. 27) montrent que la température ne présente pas de grande variation d'une source à l'autre. La quasi-totalité des eaux des sources de Boussaâda présentent une température qui variée entre 16,1°C au S2 et 21,5°C au S1.

D'une façon générale pour un milieu aquatique la température des eaux superficielles sont influencée par celle de l'air, et ceci d'autant plus que la profondeur est faible. Elle dépend de l'altitude, de la saison, de l'heure et du débit (**Rodier, 1996**).

Selon l'étude qui fait par (**Ramdane et Tiguercha, 2015**), La diminution ou l'augmentation de la température a un effet direct sur la qualité de l'eau.

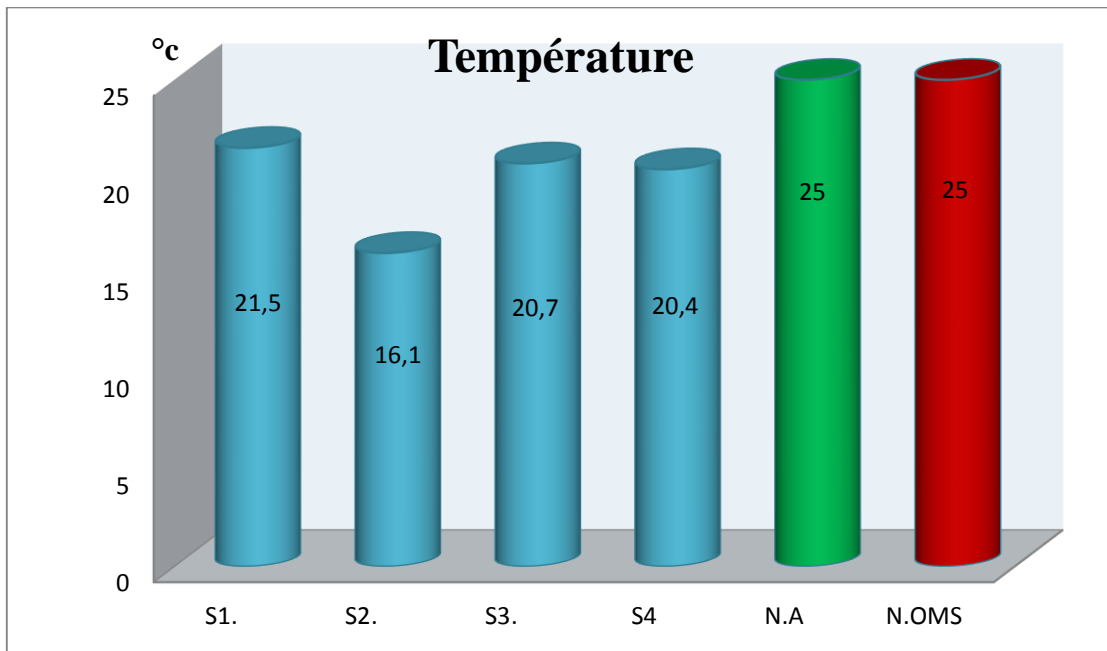
❖ Sa diminution entraine les effets suivant :

- Diminution de l'efficacité des traitements dont la désinfection.
- Augmentation de la viscosité de l'eau.
- Diminution des vitesses de sédimentation et de filtration.

❖ Son augmentation a diverse conséquences :

- Croissance bactérienne favorisé induisant des problèmes de saveur, de couleur, de corrosion voir d'hygiène.
- Diminution du pH optimal pour la coagulation.
- Augmentation de la vitesse de formation des trihalométhanes avec une eau traitée au chlore.
- Augmentation de la corrosion dans les stations de traitement.

Les températures des eaux enregistrées durant la période de prélèvement ne dépassent pas la norme algérienne et d'OMS requise pour les eaux de consommation (25°C).



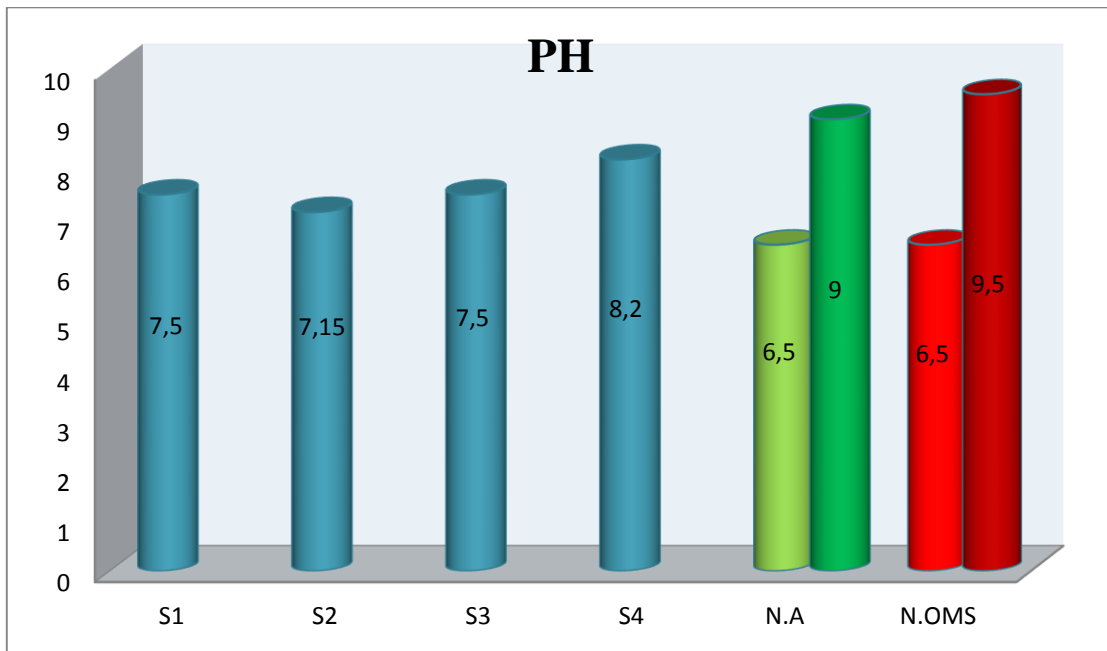
**Figure 27:** Variation des valeurs de la température des eaux des sources étudiées

### 3.2.2. Potentiel Hydrogène (pH)

Le pH mesuré sur le terrain au niveau des sources est varié de 7,5 pour la S1 et S3 et 7,15 pour S2, 8,2 pour S4. La valeur moyenne calculée sur les 4 échantillons est de 7,5 ce qui reflète un caractère basique des eaux de la région (Fig. 28).

- Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations avec entraînement de plomb par exemple.
- Un pH élevé peut conduire à des dépôts incrustants dans les circuits de distribution.
- Au-dessus de 8, il y a une diminution progressive de l'efficacité de la décontamination microbienne par le chlore, par ailleurs, la chloration diminue le pH (**Potelon et Zysman, 1998**).

Les valeurs enregistrées sont conformes aux normes algériennes et d'O.M.S.



**Figure 28:** Variation des valeurs de PH des eaux des sources étudiées

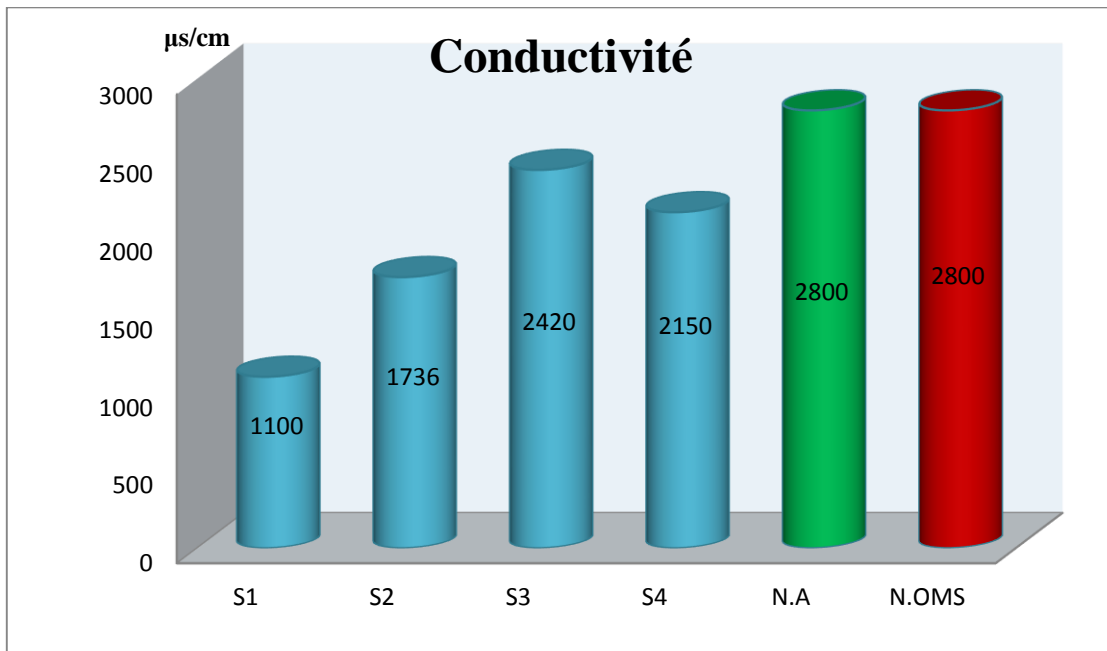
### 3.2.3. Conductivité

La conductivité est proportionnelle à la minéralisation de l'eau. Plus l'eau est riche en sels minéraux ionisés, plus la conductivité est élevée. Celle-ci varie également en fonction de la température, puisque cette dernière modifie la viscosité de l'eau (**Duguet et al, 2006**).

Selon **Rodier 2009**, la conductivité permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement.

La (Fig.29) ci-dessous montre que la majorité des valeurs des conductivités sont élevées, la valeur maximale est 2420  $\mu\text{s}/\text{cm}$  présente à la S3. On conclure donc que les eaux des sources de Boussaâda ont un degré de minéralisation élevé, donc un risque salin élevé à très élevé pour les cultures.

Toutefois, les valeurs enregistrées se situent dans les normes algériennes et d'OMS recommandées pour les eaux de consommation qui sont fixées à une limite  $\leq 2800\mu\text{s}/\text{cm}$ .



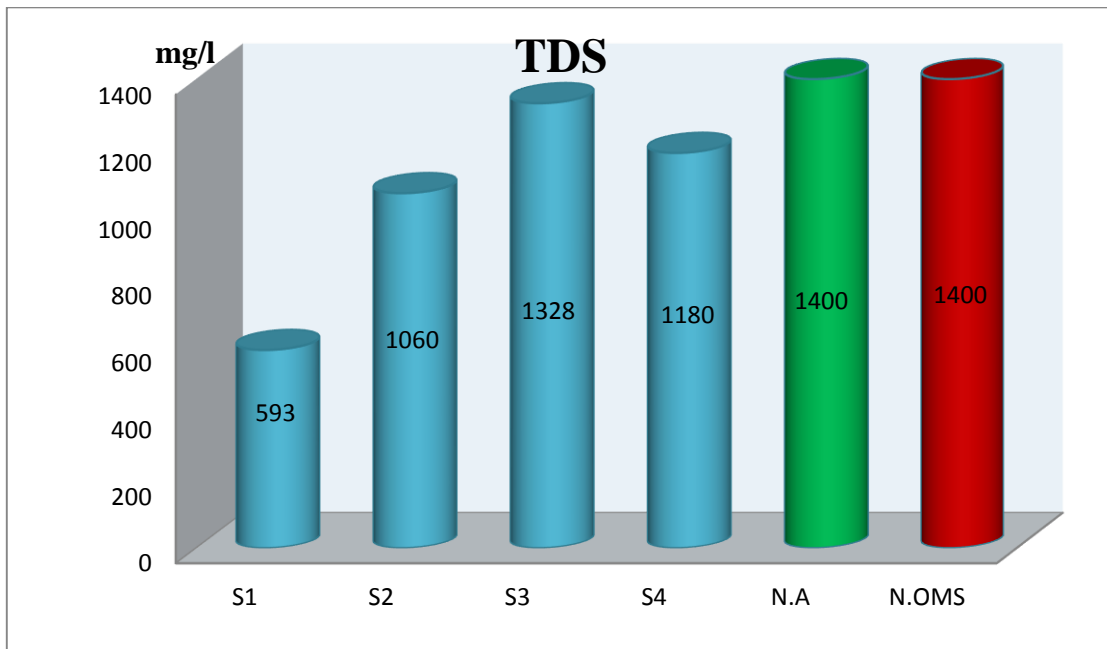
**Figure 29:** Variation des valeurs de la conductivité des eaux des sources étudiées

#### 3.2.4. Total des solides dessous (TDS)

Les résultats de TDS sont illustrés dans la (Fig.30), La variation du TDS est très élevée, nous avons enregistré la valeur la plus élevée dans l'échantillon d'eau S3 (1328 mg/l), ce qui peut être attribué à l'érosion des roches ou à la présence de plancton dans l'échantillon d'eau S1, tandis que la valeur la plus basse était liée à l'échantillon d'eau S1 car il est plus pur.

Le TDS pourrait provenir de la dissolution des roches carbonatées (origine naturelle), ou des eaux usées industrielles (origine anthropique) (**Benkhettal et Cherfi, 2017**).

Les valeurs du TDS sont conformes à la norme fixée par l'OMS et la norme Algérienne qui est de 1400 mg/l.

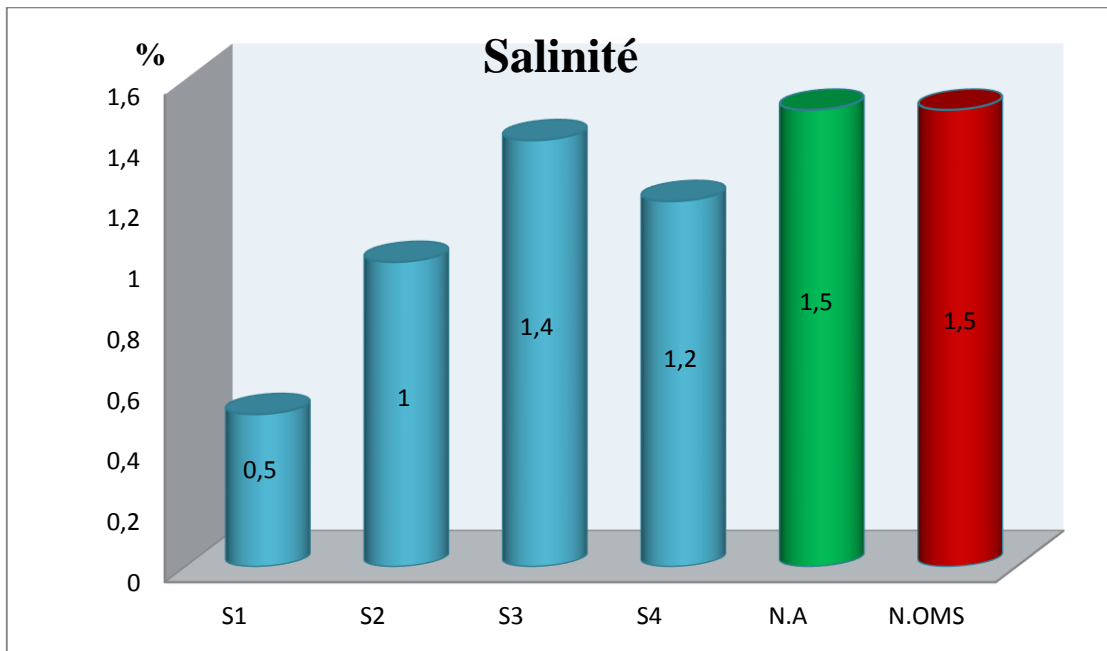


**Figure 30:** Variation de TDS des eaux des sources étudiées

### 3.2.5. Salinité

D'une manière générale, les valeurs des 4 échantillons ont fluctué entre 0,5% et 1,4%, nous avons enregistré la valeur la plus élevée dans S3 (1,4%) et ceci parce qu'il contient des sels, notamment des ions positifs tels que (calcium - magnésium - sodium - potassium), alors que nous avons enregistré la valeur la plus basse dans S1, car elle contient moins de sels et d'ions positifs (Fig.31).

Les valeurs correspondent aux normes algériennes et d'O.M.S.



**Figure31:** Variation de salinité des eaux des sources étudiées

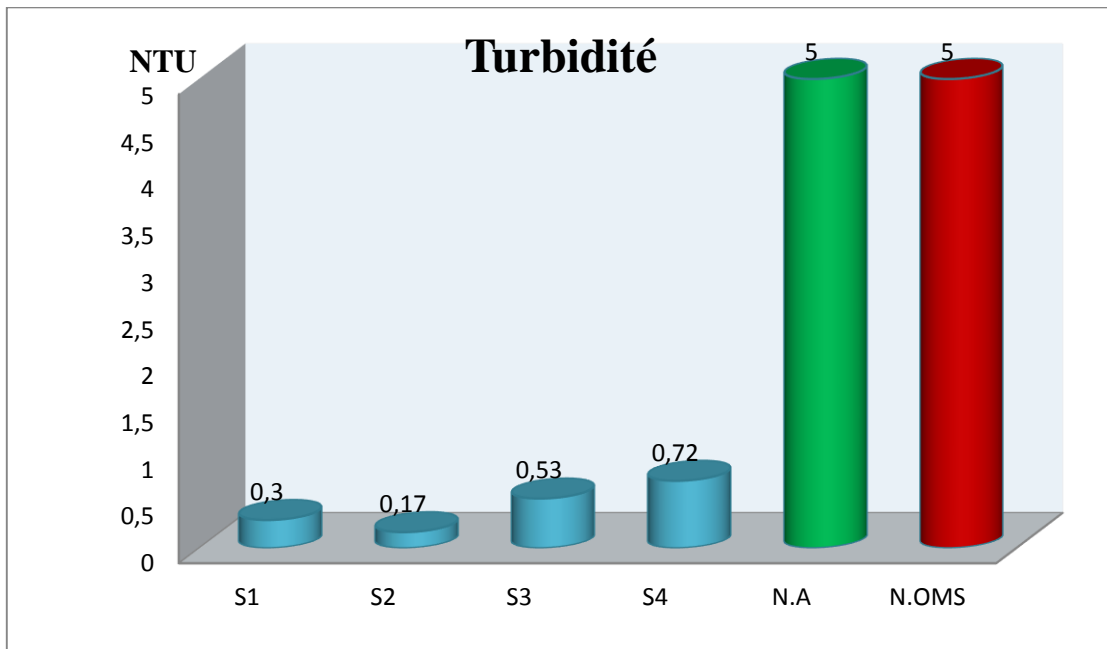
### 3.2.6. La turbidité

La mesure de la turbidité dans les quatre sources étudiées est illustrée dans la figure 32. Les turbidités mesurées en S1 et S2 sont de 0,30 et 0,17 NTU alors qu'en S3 et S4, elles sont 0,53 et 0,72 NTU, La diminution des valeurs pourraient être expliquées par l'absence de matières en suspension.

Dans les eaux naturelles la turbidité est causée par la présence des matières en suspension fines (argile, limon, grains de silice et les micro-organismes) (**Rejsek, 2002**).

La turbidité des eaux enregistrées durant la période de prélèvement ne dépassent pas les normes Algériennes et d'OMS requise pour les eaux de consommation (5NTU).

Nous avons constaté que la turbidité des quatre sources était inférieure à 5 ( $< 5$ ), donc on peut classer cette eau comme une eau claire.



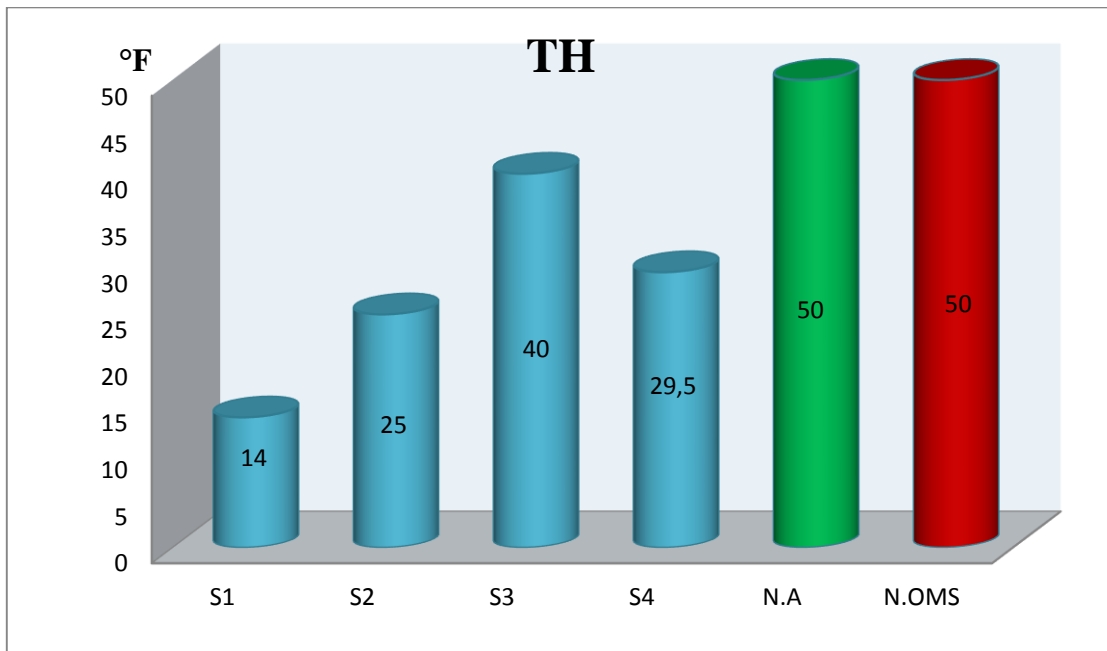
**Figure 32:** Variation de turbidité des eaux des sources étudiées

### 3.2.7. Dureté totale / TH

La dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et magnésium (**Rodier, 1984**), elle est aussi un indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle peut être source de désagréments (dépôts de calcaire, etc). Une eau trop douce peut favoriser la dissolution des métaux des canalisations d'eau. D'après **Rodier(2009)**, les eaux provenant des terrains calcaires et surtout des terrains gypseux peuvent avoir des duretés très élevées susceptibles d'atteindre 1g de CaCO<sub>3</sub> par contre, les eaux en provenance de terrains cristallins, métamorphiques ou schisteux auront des degrés très faibles.

D'après **Rodier (2005)**, la teneur inférieure à 7,5°F est considérée comme une eau douce.

Les valeurs de TH pour les 4 échantillons varient entre 14-40°F, ce qui montre la bonne minéralisation de cette eau, et donc la qualité de l'eau étudiée est bonne. Elles répondent à la norme indiquée par la réglementation algérienne et celle de l'OMS ( $\leq 50^\circ\text{F}$ ) (Fig.33).



**Figure 33:** Variation de Titre Hydrométrique des eaux des sources étudiées

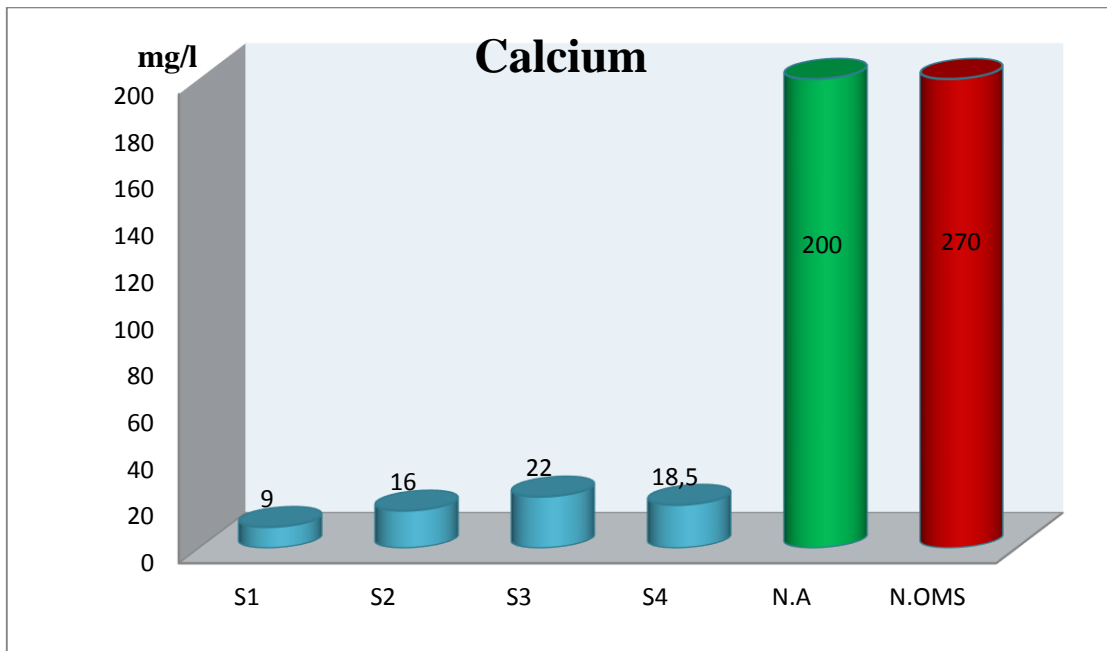
### 3.2.8. Calcium (Ca<sup>2+</sup>)

Les résultats des analyses des sources étudiées montrent que les concentrations en Calcium varient entre 9 mg/l et 22 mg/l (Fig.34).

Selon **Benkhettal et Cherfi (2017)**, Cet élément est fréquent dans les roches sédimentaires, il provient essentiellement de la dissolution des roches carbonatées suite à la présence du gaz carbonique. Le calcium peut provenir également des formations gypsifères (Ca SO<sub>4</sub>, 2H<sub>2</sub>O), qui sont facilement solubles selon l'équation suivante :



Les teneurs en calcium sont inférieures aux valeurs de normes algériennes et aux valeurs de normes d'OMS.



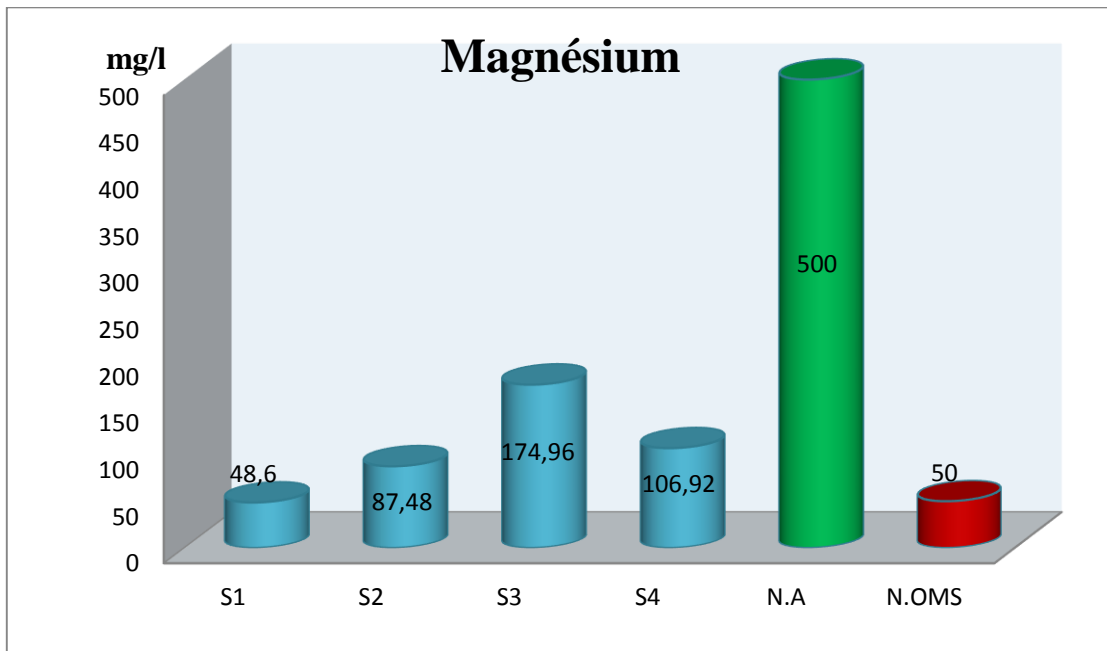
**Figure 34:** Variation des teneurs de calcium des eaux des sources étudiées

### 3.2.9. Magnésium

La figure 35, montre que la teneur minimale du magnésium est enregistrée à S1 et S2 avec des valeurs de (48,6-87,48mg/l), et la teneur maximale est enregistrée à S3 et S4 avec (174,96-106,92 mg/l)

Le magnésium est l'élément qui accompagne souvent le calcium, et provient de la dissolution des formations carbonatées (dolomite) (**Benkhettal et Cherfi, 2017**).

Les valeurs de magnésium dans l'eau des 4 échantillons n'ont pas dépassé les normes Algériennes (<500 mg/l), mais les trois sources (S2, S3, S4) ont dépassé les normes d'OMS (<50 mg/l).



**Figure 35:** Variation des teneurs de magnésium

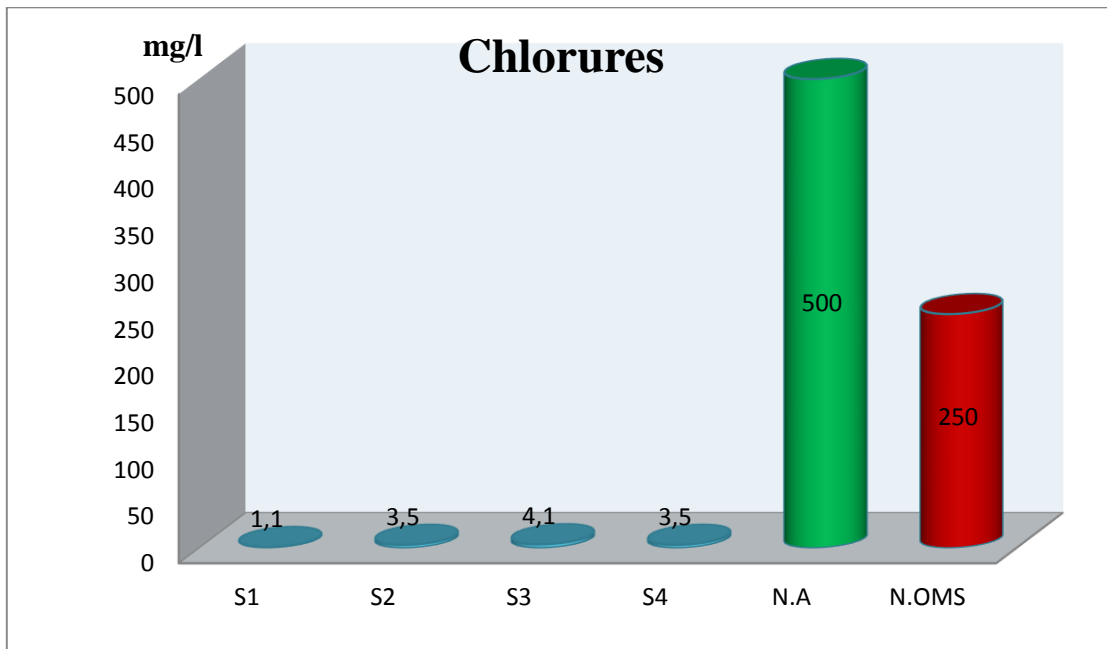
### 3.2.10. Chlorures (Cl<sup>-</sup>)

Les résultats obtenus ont enregistré une diminution des valeurs de chlore dans les quatre échantillons d'eau (F.36), la valeur la plus élevée était dans la S3 = 4,1mg/l

Selon **Fall (2007)**, les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés.

Les chlorures peuvent avoir une origine multiple. Ainsi, ils peuvent provenir d'une intrusion d'eau marine, ou suite à l'action humaine à partir du soulage des routes, ou par contamination par les eaux usées. Ils peuvent provenir également de la dissolution des sels par lessivage des terrains salifères (origine naturelle). La dissolution de ces sels étant très facile d'où leurs présences en fortes concentrations dans les eaux ayant traversées les formations argilo-sableuses ou argileuses. Les chlorures donnent un goût désagréable et posent le problème de corrosion et des canalisations à partir de 50mg/l (**Atmani et Baza, 2017**).

Nos échantillons présentent donc une faible teneur en ions chlorure ce qui indique qu'elles n'engendrent pas de risque de corrosion au niveau des réservoirs et des canalisations. Les valeurs enregistrées répondent aux normes algériennes (500 mg/l) et aux normes fixées par l'OMS (250 mg/l).

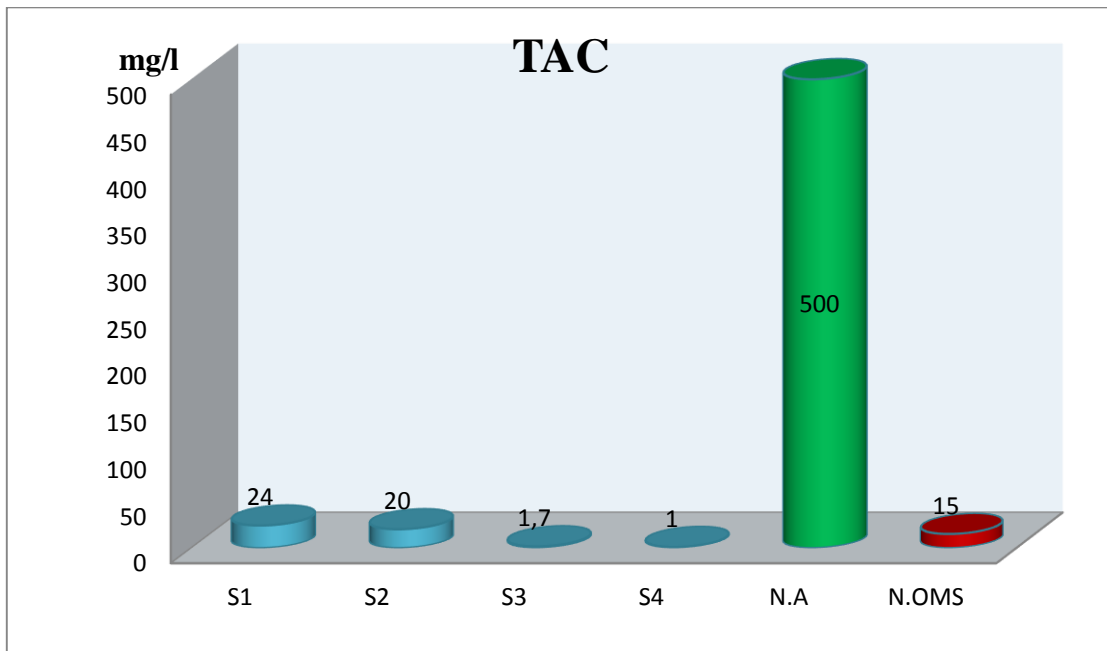


**Figure 36:** Variation des teneurs de chlorures des eaux des sources étudiées

### 3.2.11. Titre Alcalimétrique complet (TAC)

Les résultats obtenus ont enregistré la valeur d'alcalinité le plus élevé dans l'échantillon S1 (24 mg/l) et le plus bas a été enregistré dans l'échantillon S4 (1 mg/l) (F.37).

Ce qu'il s'agit d'une eau moyennement alcaline, ce qui explique qu'il s'agit d'une eau riche en composés alcalins, y compris (calcium, magnésium et potassium) (Bensaci, 2007), et ces valeurs ne dépassée pas les limites normales stipulées dans les normes algériennes (500 mg/l), mais les valeurs de S1 et S2 ont dépassé les normes d'OMS qui (15 mg/l).



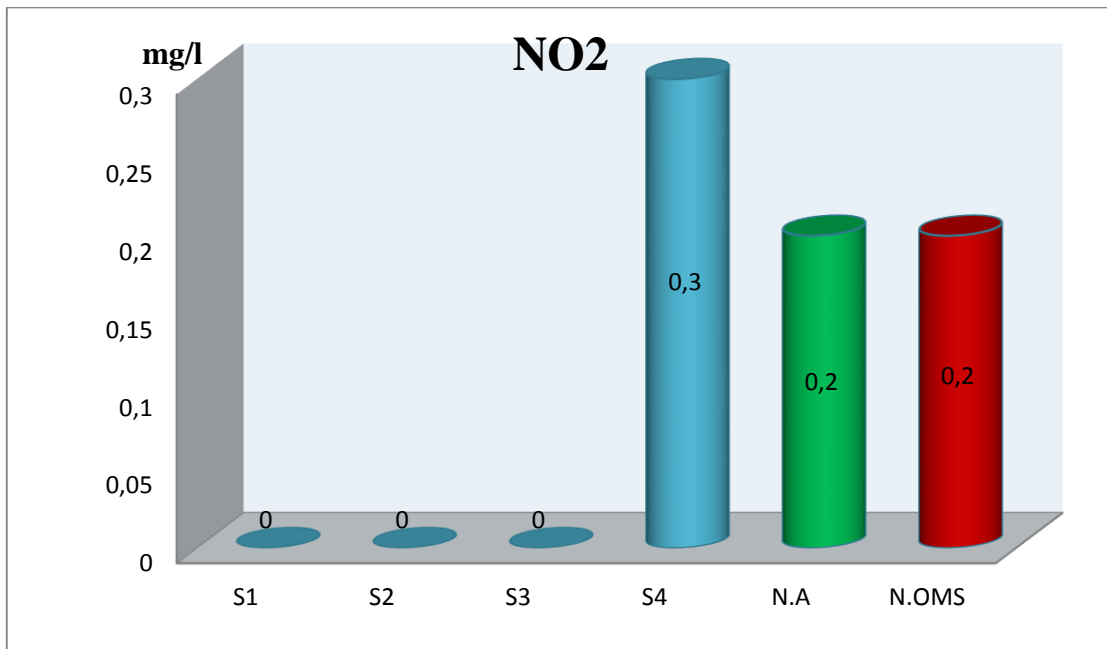
**Figure 37.** Variation des valeurs de TAC des eaux étudiées

### 3.2.12. Le nitrite (No<sub>2</sub> +)

A partir des résultats illustrés dans (F.38), il y a une absence totale de NO<sub>2</sub> dans les trois échantillons S1, S2, S3, sauf la S4 (Rehha Ferréro) qui enregistre une valeur élevée de (0,3 mg/l).

La présence des nitrites d'origine naturelle est très rare. Ils sont répandus dans le sol, les eaux et les plantes mais en quantité relativement faible. Leur présence dans une eau naturelle pourrait être due à une oxydation incomplète de composés azotés (azote organique ou ammoniacal). Les nitrites pourraient provenir de la réduction des nitrates (**Benkhettal et Cherfi, 2017**).

Toutes les teneurs obtenues dans S1, S2, S3 sont conformes aux normes algériennes et normes d'OMS de potabilité fixées à 0,2 mg/l. donc la complète absence de NO<sub>2</sub> confirme l'étendue de la sécurité sanitaire de l'eau sur la santé et la vie des consommateurs.



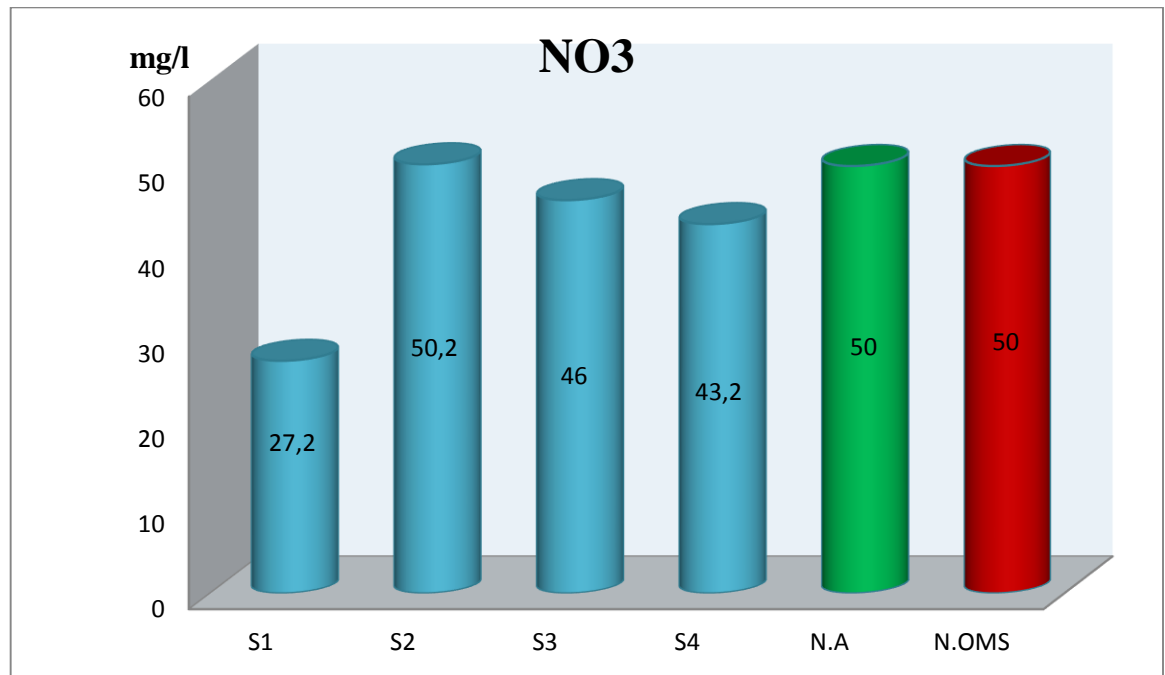
**Figure38:** Variation des valeurs du nitrite des eaux étudiées

### 3.2.13. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

A travers les résultats obtenus, la valeur du ( $\text{NO}_3^-$ ) dans les échantillons d'eau S1, S3, S4 est inférieure de 50 mg/l, et on observe une légère augmentation dans l'échantillon de S2 (Ain chrab) (F.39).

Les nitrates pourraient provenir de la minéralisation de la matière organique (origine naturelle), des activités agricoles (engrais azotés) et des eaux usées domestiques (origine anthropique) (**Benkhettal et Cherfi, 2017**).

Toutes les teneurs obtenues dans S1, S3, S4 sont conformes aux normes algériennes et normes d'OMS de potabilité fixée à 50 mg/l.



**Figure 39.** Variation des valeurs de nitrate dans les échantillons étudiées

#### 3.2.14. Ammonium (NH<sub>4</sub>)

D'après Les résultats d'analyses nos échantillons ne présentent aucune trace d'Ammonium (0 mg/l), cela signifie qu'elles sont propres à la consommation.

Cette forme de l'azote est assez souvent rencontrée dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique et des déjections animales. Certaines des eaux profondes peuvent être riches en azote ammoniacal sans être pour cela nécessairement des eaux polluées, dans ce cas l'ammoniaque NH<sub>4</sub><sup>+</sup> peut provenir d'une désinfection biochimique due aux microorganismes réducteurs, Par contre si l'ammonium est détecté dans une eau de surface (rivière ou lac) ou dans une eau d'origine souterraine peu profonde son origine doit être recherchée (**Potelon et Zysman, 1998**).

En générale, l'ammoniaque se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation, la mise en évidence dans l'eau des teneurs importantes en azote ammoniacal implique généralement une contamination récente par les matières organiques (**Rodier et al, 2009**).

**3.2.15.Fer (Fe<sup>2+</sup>)**

Une absence totale de fer a été enregistrée dans les quatre échantillons des eaux des sources (S1, S2, S3, S4), et ce résultat confirme la bonne qualité.

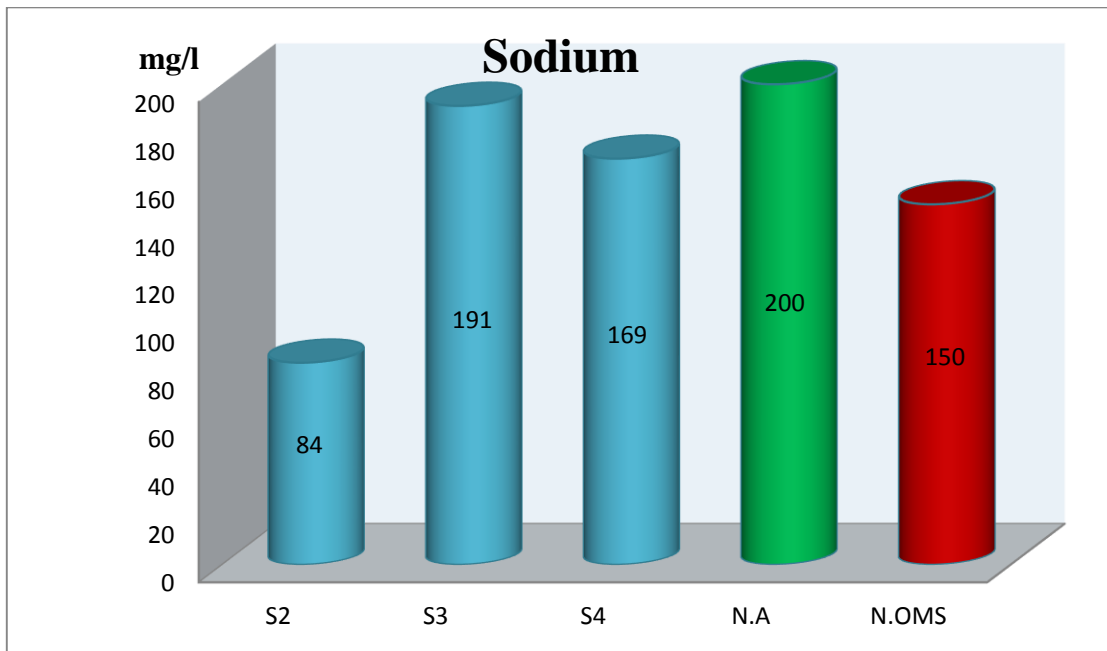
Le Fer et le Manganèse se trouvent en solution dans les eaux appauvries en oxygène, ces deux éléments peuvent affecter la qualité organoleptique de l'eau en lui conférant une coloration, et ils sont à l'origine de corrosion et de dépôt dans les réseaux de distribution d'eau (**Rodier et al, 2009**).

**3.2.16.Le sodium (Na<sup>+</sup>)**

Les résultats montrent une augmentation des concentrations de sodium d'une source à l'autre, une valeur maximale de 191mg/l dans la S3 et une valeur minimale de 84mg/l dans la S2 (F.40).

Cette élévation est due à la présence des formations géologiques riche en NaCl (les argiles gypseuses et les évaporites) et même l'influence des eaux du Chott El Hodna par son écoulement inverse vers la nappe (**Atmani et Baza, 2017**).

Les teneurs en sodium dans les échantillons d'eaux sont nettement inférieures à la norme algérienne (200 mg/l), mais les teneurs des échantillons S3, S4 ont dépassé les normes d'OMS (150mg/l).

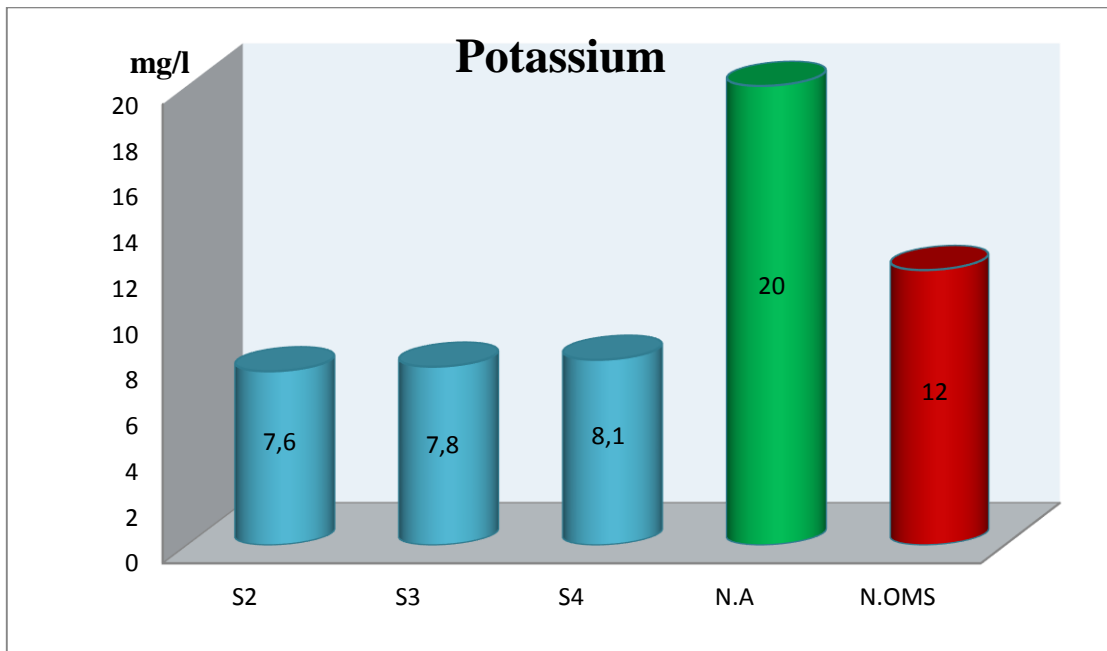


**Figure 40:** Variation des teneurs du sodium

### 3.2.17. Le potassium (K<sup>+</sup>)

Les concentrations de K<sup>+</sup> dans les échantillons d'eau sont proches (F.41), la valeur maximale de (8,1) enregistré à S4 et les restes (7,6-7,8) enregistré à S2, S3.

Les teneurs en potassium sont inférieures à la norme fixée par l'OMS qui est de 12 mg/l et à la norme Algérienne qui est de 20 mg/l.

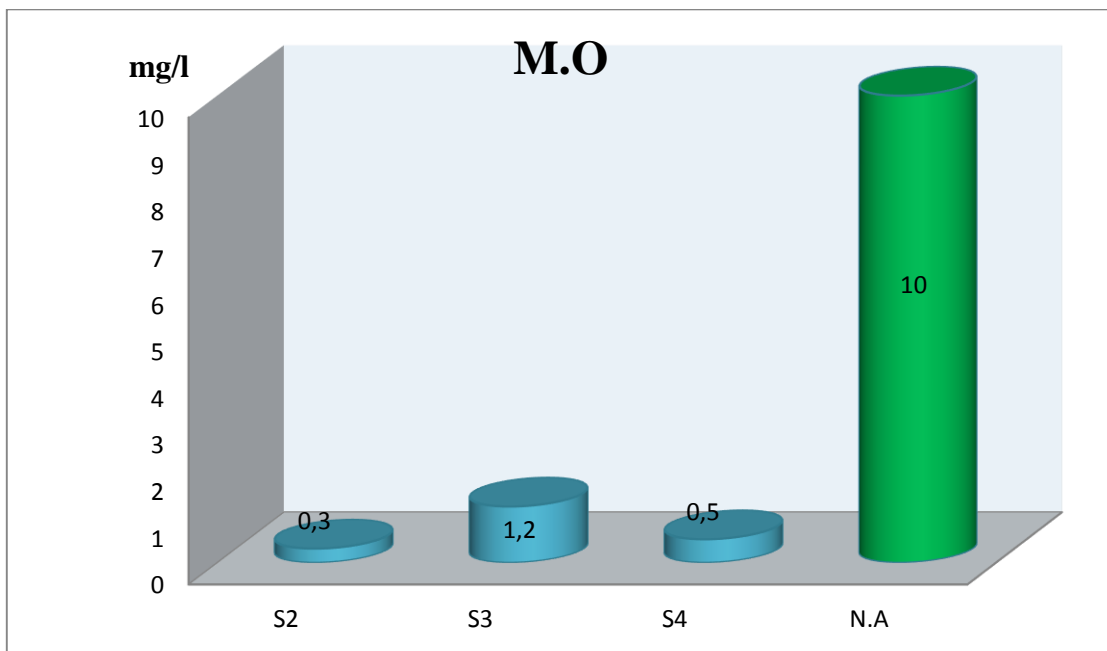


**Figure41:** Variation des valeurs de Potassium des eaux étudiées

### 3.2.18. Matière organique acide

La figure 42, montre les valeurs de matière organique des échantillons S2, S3, S4, qui sont de (0,3-1,2-0,5 mg/l), ces valeurs n'ont pas dépassé la norme Algérienne qui est de 10 mg/l.

Les eaux souterraines ont une faible teneur en matières oxydables, ce qui constitue un avantage indéniable pour leur utilisation pour la fourniture d'eau potable. Et la valeur limite à ne pas dépasser est de 10 mg/l, Cette matière oxydable est également source de nuisances telles que des goûts désagréables conférés à l'eau sous l'action du chlore notamment. Une bonne coagulation, floculation, décantation, filtration permet d'atteindre de bons rendements d'élimination (**Ramdane et Tiguercha, 2015**).



**Figure42.** Variation des valeurs de matière organique des échantillons étudiées

***Conclusion générale***

## Conclusion générale

---

Cette étude a permis d'acquérir un certain nombre de paramètres physico-chimique habituellement utilisée pour l'estimation de la qualité des sources d'eaux naturels situé dans la ville de Boussaâda wilaya de M'sila.

Les propriétés physico-chimiques des diverses échantillons d'eau ont été étudiées de quatre stations lesquelles : (Source Aligue, Source Ain chrab, Source Gultet El djmel, Source Rehha Ferréro), les prélèvements sont effectués le 09 mars 2022.

Il en ressort de cette étude que :

Du point de vue Géomorphologique, la région d'étude est caractérisée par : un relief très fort à l'Ouest et au Sud, un réseau hydrographique relativement dense et une végétation assez fragile.

D'après L'analyse climatique, le climat de Boussaâda est aride avec des précipitations moyennes de 15,30 mm/an pour une température moyenne de 19,7 °c.

L'analyse des paramètres physiques : Ces paramètres sont très importants car ils jouent un rôle majeur dans la solubilité de l'eau, donc sur la conductibilité et la détermination de leur origine, pour cela les paramètres principaux ont les résultats suivants :

➤ Pour les paramètres physiques :

- Le ph : 7,5 c'est à dire un caractère basique.
- La conductivité : est élevée donc les eaux des sources de Boussaâda ont un degré de minéralisation élevée.
- La turbidité : est inférieur à 5 (<5), on peut classer ces eaux comme eaux claire.
- La salinité : les eaux des sources sont saumâtres.
- La dureté : sont moyennement dure, sauf la source Gultet El djmel est classer comme eau dure.

➤ Pour les paramètres chimiques :

- Les cations (Ca<sup>+</sup>, Mg<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) : les teneurs de (Ca<sup>+</sup>, Mg<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>) ne dépassent pas les normes Algérienne et une absence totale de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.
- Les anions (Cl, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>) : toutes les valeurs ne dépassent pas les normes Algériennes, Mais on a marqué une légère augmentation de NO<sub>2</sub> dans la source Rehha Ferréro et de NO<sub>3</sub> dans la source Ain chrab.
- L'élément métallique (Fe) : on a marqué une absence totale de fer.

## **Conclusion générale**

---

Au final, tous les résultats obtenus répondant aux normes requises, les quatre échantillons d'eau sont bons et propres à la consommation humaine et à l'utilisation agricole.

Nous souhaitons une surveillance permanente de la qualité des eaux des sources.

*Références*  
*Bibliographiques*

## Bibliographie

### A

- ❖ **Amroune A., Mettai M., (2000).** Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine de Boussaâda. Mémoire d'ingénieur, université Constantine, 7-196p.

### B

- ❖ **Benrabia.** Mémoire de master en hydraulique «Etude de la qualité des eaux souterraines de la région de Boussaâda Wilaya de M'Sila» université de M'sila (2012/2013).
- ❖ **Bensaci Tayeb 2007,**détermination de la qualité physico\_chimique et bacterologique des eaux de surface :cas du barrage timgad (w.de batna )et la retenue colinaire d'ourkis (w.d'oum el bouaghi)
- ❖ **Bouziani M. (2000).** L'eau, de la pénurie à la maladie. Ed. Ibn Khaldoun. Algérie. 195p.
- ❖ **Boyadgiev TG., (1975)** Soils of Hodna (in French). Tech. Rep. Rapport Algérie 9, FAO, Rome

### C

- ❖ **Capolini, J Sari, M. (1969).** Etude géomorphologique du Hodna : zone Nord et zone Sud. S.E.S., D.E.M.R.E.H., Alger.

### D

- ❖ **Dajoz, R (2006).** Précis d'écologie (2ème édition). Paris : Dunod. 631p.

### G

- ❖ **Grasclaud G. (1999).** L'eau. Tome 1. Milieu naturel et maîtrise. Edition INTRA. Paris 204p .

### H

- ❖ **Haddoum, 2013** livret guide ,stage de Boussaâda , 2013
- ❖ **Helali N-H., 2016.** Analyse Statistique Multivariée Des Eaux Souterraines De la Région De Bousaâda, Mémoire Master, Université de M'sila. 68 p.

- ❖ **Hemiche M, Hichar R ,Houichi I. (2018)** :Contribution à l'étude de la contamination des eaux souterraines à usage agricole par les nitrates dans la plaine de Boussaâda (Sud-Est Algérien)
- ❖ **Houmel T. (2017).** Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et bactériologiques sur deux périodes d'échantillonnage de deux sources d'eau. Mémoire de Master en Biologie. Spécialité: Protection de l'environnement. Université Mouloud Mammeride Tizi-Ouzou. 74p.

## K

- ❖ **Kaabeche, M. (1990).** Les groupements végétaux de la région de Boussaâda (Algérie) : Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse de doctorat : science. Orsay : Université de Paris-Sud, 104 p
- ❖ **Kadiri (2005)** .Analyse urbaine de la ville de Boussaâda, mémoire d'ingénieur EPAU.

## N

- ❖ **NEE. (2009)** : Nationale. Eau et environnement avec la direction de l'environnement. wilaya De M'sila, Scu de l'aire urbaine de Boussaada : mission I délimitation du périmètre de l'étude, 66p

## O

- ❖ **O.M.S. (1986).** OMS. Directives de la qualité pour l'eau de boisson. (1986).
- ❖ **O.M.S. (2006).** OMS. Directives de la qualité pour l'eau de boisson. (2006).

## Q

- ❖ **Quezel, P. and Santa, S. (1962)** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2 tomes. Ed. C.N.R.S. Paris, 1170 p.

## R

- ❖ **Ramade, (2008).**Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Paris : Dunod.1152p
- ❖ **Rejsek F ., (2002)-** Analyse de l'eau : Aspects réglementaire et technique .EdCRDP d'Aquitaine .France, 358 p .

- ❖ **Rodier J, Bazin C, Broutin J-P, Chomobon P et Rodi., (1996).** L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eau résiduaires, eau de mer, DUNOD,8ème.Paris, 1384p.
- ❖ **Rodier J. (1984).** L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer, Ed.Bordas, Paris. 228p.
- ❖ **Rodier J., 2005 :** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8ème Edition, Dunod, Paris. 1381 p.
- ❖ **Rodier J., 2009 :**L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9ème Edition, Dunod, Paris, 1526 p.
- ❖ **Rodier J., Legube B., Merlet N. et Brunet R. (2009).** L'analyse de l'eau. 9eme édition, Ed. Dunod, Paris. 1526p.

## S

- ❖ **SALMON M, Ammiche A, M. Guermit A , Redjem A , Oze A, (2009) :** Boussaâda : Une ville touristique confrontée au développement urbain. Apports de la télédétection.

## W

- ❖ **WRB (2006)** World reference base for soil resources—a framework for international

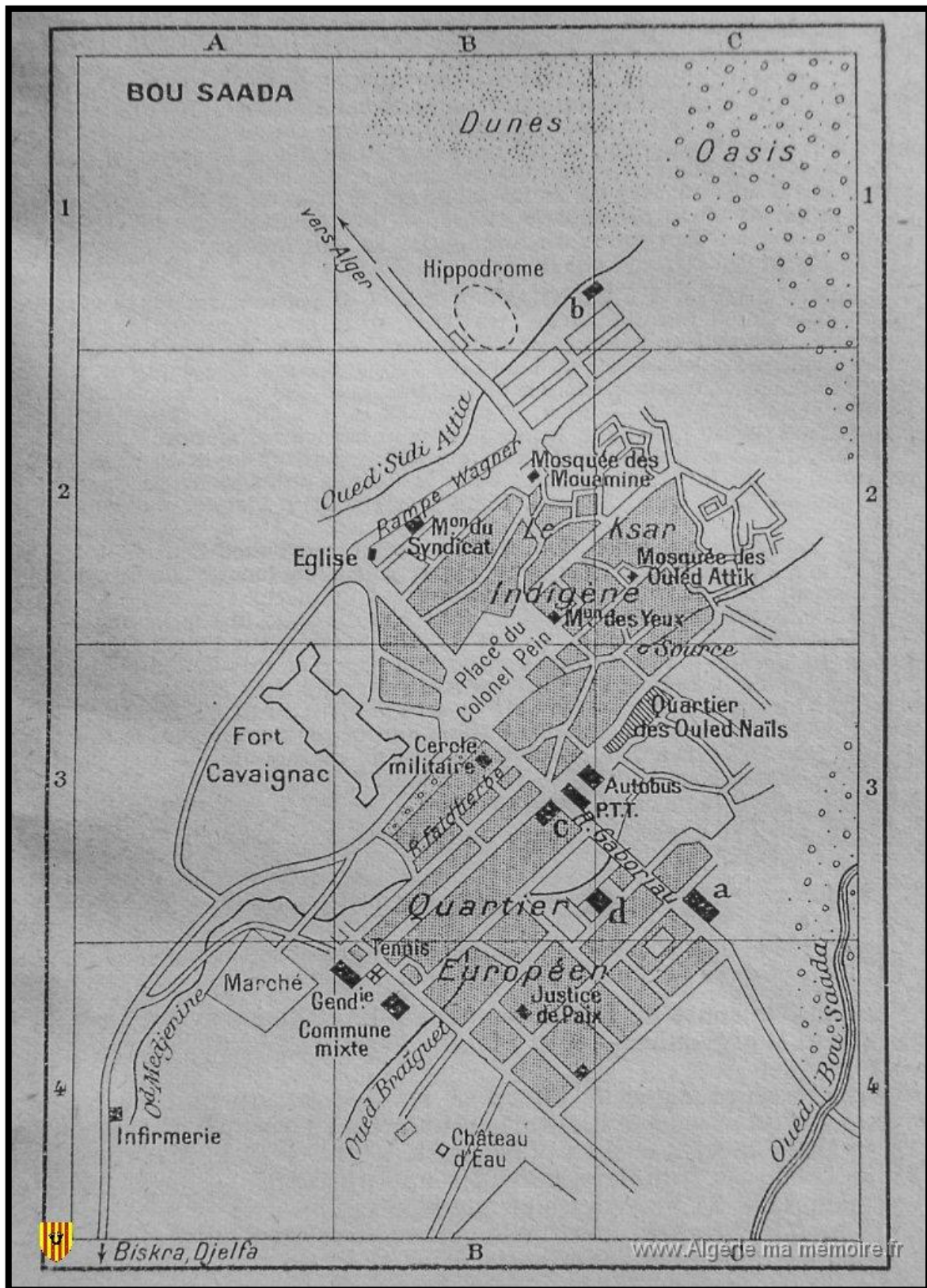
# *Annexes*

## Annexe 01 : Données de la région d'étude

Tableau 01 : Types d'élevages dans la région d'étude (SAB, 2018).

Types	Espèces		Pourcentages (%)
Bovins	Vaches Laitières	Tot Bovin	1,15
	1148	1521	
Ovins	Brebis	Tot Ovins	18,84
	18883	24973	
Caprins	Chèvres	Tot Caprin	0,51
	474	670	
Poules	Poules Pondeuses	Dindes et Poulets de Chair	79,2
	36000	69000	
Autres	411		0,31
Total	132575		100

Annexe 02 : les plans de la région d'étude

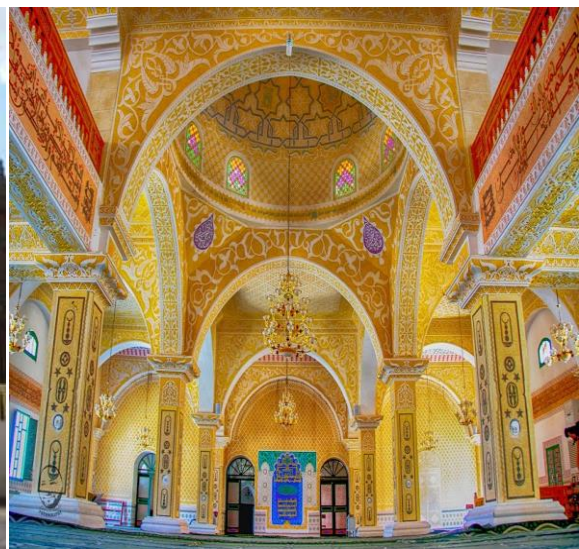


Plan de la ville Boussaâda 1830-1962 (Yves Jean, album cartes d'Algérie et plans de ville)

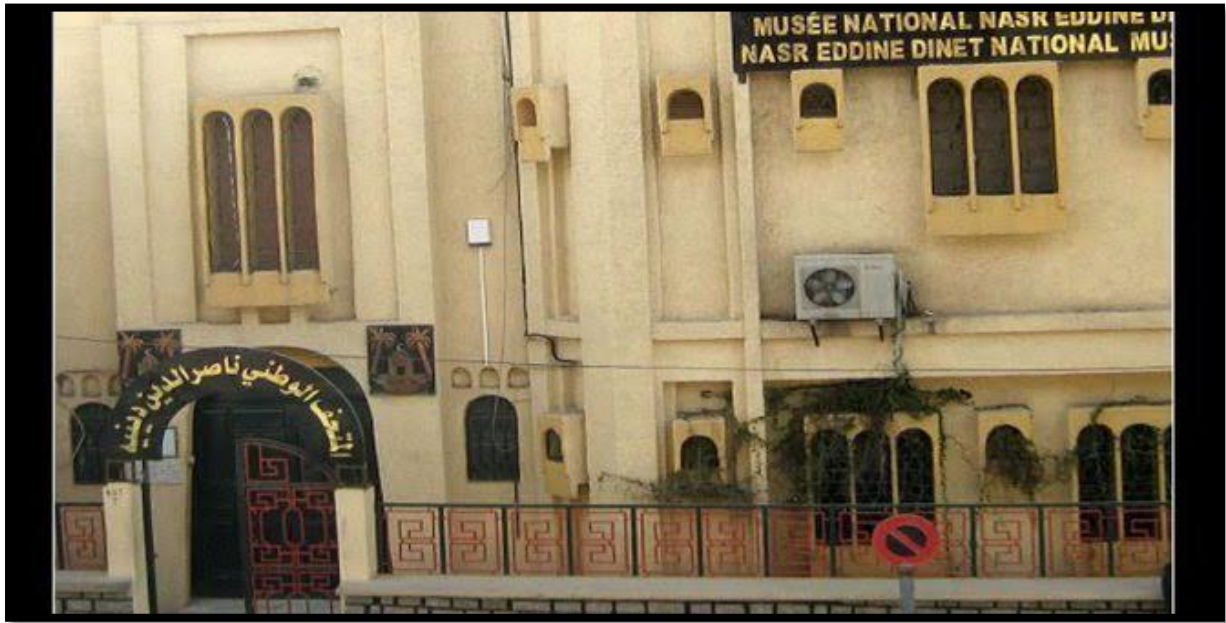
**Annexe 03 : les importantes places touristiques de Boussaâda**



**La mosquée el Bachir Ibrahimi de Boussaâda (Khelifa Taha)**



**Zaouïa El Hamel de Boussaâda (Khelifa Taha)**



**La musée national Nasr Eddine Dinet de Boussaâda (Legouizi Larbi)**



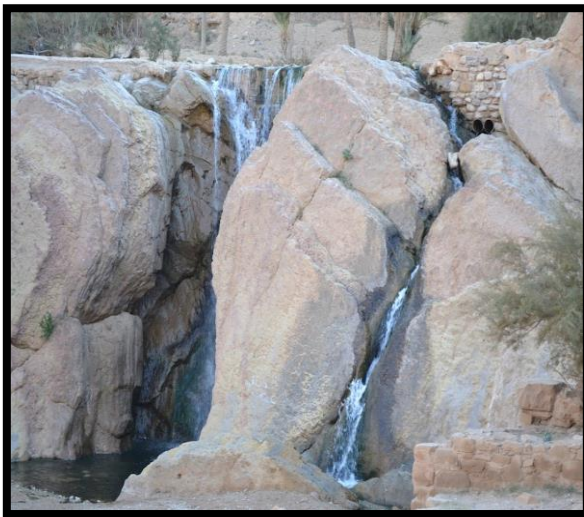
**Marché de l'artisanat Boussaâda (Legouizi Larbi)**



**Ancien urbanisme K'sar de Boussaâda (Said Madani, 2006)**



**Foret de Djbel M'saad (Taibaoui Ismail)**



**Moulin de Ferréro (Allal Réda)**

## Résumé

L'importance de l'eau en tant que source vitale et facteur de développement est bien connue dans le monde entier et à la préservation de cette source nous a conduites à évaluer sa potabilité

L'objectif de notre travail est l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques de la qualité des sources d'eau naturelles situées dans la ville de Boussaâda

Les caractéristiques physico-chimiques des divers échantillons d'eau ont été étudiées dans quatre stations : (source Aligue, source Ain chrab, source Gultet El djmel, source Rehha Ferrero), Notre étude ressort du point de vue géomorphologique, la zone d'étude est caractérisée par un relief très fort, un réseau hydrographique dense, une végétation assez fragile, le climat est aride, précipitations moyennes.

Enfin les résultats obtenus répondant aux normes, les quatre échantillons d'eau sont une bonne estimation et propres à la consommation humaine et agricole.

**Mot clé:** Boussaâda, physico-chimique, géomorphologique, réseau hydrographique, agriculture.

## Summary

The importance of water as a vital source and development factor is well known throughout the world and the preservation of this source has led us to assess its potability. The objective of our work is the analysis of some physico-chemical parameters of the quality of natural water sources located in the city of Boussaâda, the physico-chemical characteristics of the various water samples were studied in four stations: (source Aligue, source Ain chrab, source Gultet El djmel, source Rehha Ferrero), Our study emerges from the geomorphological point of view, the study area is characterized by a very strong relief, a dense hydrographic network, a rather fragile vegetation, the climate is arid, average rainfall. In the end, the results obtained meet the standards, the four water samples are good estimates and suitable for human consumption and agriculture.

**Keywords:** Boussaâda, physico-chemical, geomorphological, hydrographic network, agricultural.

إن أهمية المياه كمصدر حيوي وعامل تنمية معروفة جيداً في جميع أنحاء العالم ، وقد أدى الحفاظ على هذا المصدر إلى تقييم مدى صلاحيته للشرب، الهدف من عملنا هو تحليل بعض المعايير الفيزيائية والكيميائية لنوعية مصادر المياه الطبيعية الموجودة في مدينة بوسعادة

تمت دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات المياه المختلفة في أربع محطات: (منبع عليق، منبع عين الشراب، منبع قلثة الجمل، منبع رحي فريرو)، دراستنا تنبثق من وجهة النظر الجيومورفولوجية ، تتميز منطقة الدراسة بتضاريس قوية للغاية ، شبكة هيدروغرافية كثيفة ، نباتات هشة نوعاً ما ، المناخ جاف ، متوسط هطول الأمطار. في النهاية النتائج التي تم الحصول عليها مطابقة للمعايير المنصوص عليها، نوعية عينات المياه الأربعة جيدة ومناسبة للاستهلاك البشري والزراعة.

**الكلمات المفتاحية :** بوسعادة، الفيزيائية الكيميائية، جيومورفولوجيا، شبكة الري، الزراعة.