

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la terre  
Département de Biologie

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Domaine: Sciences de la nature et de la vie**

**Filière: Ecologie et l'environnement**

**Spécialité: Ecologie**

**Par: BELAAZIZ Bilal & GEURBOUY Sarah**

**Thème**

**Contribution à l'étude de la détermination  
de la qualité physico-chimique des forages de  
la région de Berriane (wilaya de Ghardaïa)**

**Soutenu publiquement le: 23/06/2018**

**Devant le jury:**

M <sup>r</sup> . BOUNAB Choayb	MAA	Univ. Ghardaïa	President
M <sup>r</sup> . BELGHIT Said	MAA	Univ. Ghardaïa	Encadreur
M <sup>r</sup> . AGGOUN Med Salah	MAA	Univ. Ghardaïa	Examinateur

**Année universitaire : 2017/2018**



# Dédicace

*Ce travail modeste est dédié :*

*À ma chère mère qui me donne toujours l'espoir de vivre et qui  
n'a jamais cessé de prier pour moi.*

*À celui qui ma côtoyé dans toute ma vie, il a veillé  
soigneusement on me protégeant et on me guidant vers la  
réussite. En dépit de sa santé précaire et un état de santé  
flagellant, un handicapé visuelle, mais il n'a jamais de me  
prodiquer les meilleures consignes de la bonne réussite, mon cher  
père.*

*À tous mes proches de la famille, et plus  
particulièrement, mes sœur et mes frères tout à son nom, et  
sans oublier.*

✓ **BILAL BELAAZIZ**



*Avant tout, je dois remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné l'envie et la force pour mener à terme ce travail.*

*Je tiens à dédier ce mémoire à*

*Ma mère et mon père, pour leur patience, conseils, aident et aussi de m'encourager à la réalisation de ce modeste travail.*

*« Je vous remercie, mes parents »*

*Mes chers grands pères et mères*

*Mes chers oncles, tantes, cousins, cousines.*

*Toute ma grande famille paternelle : **GEURBOUY***

*Toute ma grande famille maternelle : **NAADJA***

*Mes très chers amis : Ilham, Lamia, Zohra, Iman, Mbarka, Hadjer, Safa, Hayat, Nadjat, Khdidja, Khawla, Ibtissem, Souad.*

*Toute la promotion Master écologie.*

*2017/2018*

*Et enfin à tous mes connaissances dans ma vie*



**SARAH**





*Thank You*   
*Thank You*  **Remerciement**  *Thank You*

*Avant tout, Nous remercions en premier lieu **ALLAH** le tout puissant pour toute la volonté et le courage qu'il m'a donné pour l'achèvement de cette thèse, il a été et sera toujours à côté de nos pour réussir à terminer n'importe quel travail.*

*Nous remercions aussi les membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter le jugement de notre travail.*

*Nous tenons à remercier vivement monsieur **Dr. BELGHIT Saïd** nos encadreur, qui m'a fait l'honneur d'assurer la direction de ce travail,*

*Et pour ses conseils judicieux.*

*Nous tenons également à remercier Monsieur **AGGOUN Med Salah** qui nous ont honoré pour examiner notre travail.*

*Nous désirons nos sincère remerciement à monsieur **BOUNAB Choayb** pour d'avoir accepté de présider ce jury qui 'il trouve ici l'expression de nous profond respect.*

*Nous remercions tous les responsables au niveau de la direction de **l'A.D.E** de la wilaya de Ghardaïa.*

*Enfin nous remercions tous le prof de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre « **Département de Biologie** » université de Ghardaïa et toute la promotion Master écologie.2017/2018.*

**SARAH**

**BILAL**

## ملخص

تعتبر المياه مورداً طبيعياً ثميناً وضرورياً للعديد من الاستخدامات تتمثل أهميته في الري والغذاء والاستهلاك البشري والاحتياجات المنزلية وحتى استخدامها لمختلف الأنشطة الصناعية، وهي عنصر طبيعي ضروري للحياة. تتميز ولاية غرداية بمناخ جاف. في الواقع تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي لتلبية الاحتياجات الزراعية وإمدادات مياه الشرب للسكان. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تعيين نوعية المياه الجوفية في منطقة بريان (ولاية غرداية). تم إجراء التحليل وتحديد الجودة الفيزيائية والكيميائية على تسعة (9) عينات مأخوذة من ثلاثة آبار ذات إمالة وعمق مختلف خلال فترة ثلاثة أشهر من ثلاثة فصول مختلفة (نوفمبر 2017، فيفري و مارس 2018) من طبقات المياه الجوفية تستخدم للاستهلاك البشري وللزراعة. النتائج التي حصلنا عليها بينت أن أغلب المعايير التي قمنا بدراستها طابقت مقاييس منظمة الصحة العالمية و المعايير الجزائرية.

**كلمات البحث :** المياه ، بريان ، غرداية ، الجودة الفيزيائية الكيميائية ، منظمة الصحة العالمية.

## Résumé

L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle pour de multiples usages grâce à son importance dans l'irrigation, l'alimentation et consommation humaine en eau potable, les usages domestiques et même son utilisation pour les différentes activités industrielles donc c'est un élément naturel nécessaire à la vie. La wilaya de Ghardaïa se caractérise par un climat aride. En effet les eaux souterraines sont considérées comme la source principale pour la satisfaction des besoins agricoles et d'approvisionnement en eau potable pour la population. Le principal objectif de cette étude est un diagnostic de la qualité d'eaux souterraines de la zone de Berriane (wilaya de Ghardaïa). L'analyse et la détermination de la qualité physico-chimique ont été réalisées sur 9 échantillons prélevés de trois forages de différentes inclinâtes et différentes profondeurs durant une période de trois mois de trois saisons différentes (novembre 2017, février et mars 2018) de nappes aquifères (Albien), utilisées pour la consommation humaine et pour la culture. Les résultats ont montré que la plupart des paramètres mesurés respectent les normes de potabilité de l'eau selon l'OMS et les normes algériennes.

**Mots clés :** l'eau, Berriane, forages, Ghardaïa, qualité physico-chimie, OMS.

## Abstract

The water is a precious and essential natural resource for multiple uses(practices) thanks to its importance in the irrigation, the food(supply) and the human consumption in drinking water, the domestic uses and his (her,its) use for the various industrial activities thus it is a natural element necessary for the life. The wilaya of Ghardaïa is characterized by a dry climate. Indeed subterranean waters are considered as the main source (spring) for the satisfaction of the agricultural needs and the drinking water supply for the population. The main objective of this study is a diagnosis of the quality of subterranean waters of the zone of Berriane (wilaya of Ghardaïa).

The analysis and the determination of the physico-chemical quality were realized on 9 samples taken by three drillings of different inclinantes and various depths during a period of three months of three different seasons (in November, 2017, February and March, 2018) of ground waters ( Albien), used for the human consumption and for the culture. The results (profits) showed that most of the moderate parameters respect the standards of drinkability of the water according to the WHO and the Algerian standards.

**Key words:** the water, Berriane, drillings, Ghardaïa, quality physical chemistry, WHO.



<b>Liste des figures</b>	<b>page</b>
<b>Fig.01</b> : Les trois états de l'eau.	<b>3</b>
<b>Fig.02</b> : Cycle de l'eau.	<b>5</b>
<b>Fig.03</b> : Localisation de la wilaya de GHARDAIA dans Alger.	<b>13</b>
<b>Fig.04</b> : Limites administratives de la wilaya de Ghardaïa.	<b>14</b>
<b>Fig.05</b> : Limites de la vallée de l'oued M'Zab.	<b>15</b>
<b>Fig.06</b> : Milieu physique de la wilaya de GHARDAIA.	<b>17</b>
<b>Fig.07</b> : Présentation graphique de la température (2006-2015).	<b>18</b>
<b>Fig.08</b> : Présentation graphique des précipitations (2006-2015).	<b>19</b>
<b>Fig.09</b> : Présentation graphique de vent (2006-2015).	<b>20</b>
<b>Fig.10</b> : Présentation graphique l'humidité (2006-2015).	<b>20</b>
<b>Fig.11</b> : Diagramme Ombrothermique de la région de Ghardaïa (2006 .2015).	<b>21</b>
<b>Fig.12</b> : Etage bioclimatique Berriane selon le Climagramme d'EMBERGER de la région de Ghardaïa.	<b>22</b>
<b>Fig.13</b> : Carte géologique de la dorsal du M'Zab.	<b>26</b>
<b>Fig.14</b> : bassins versants de l'Oued M'Zab jusqu'à El Atteuf.	<b>28</b>
<b>Fig.15</b> : Situation géographique des deux nappes aquifères le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal .	<b>31</b>
<b>Fig.16</b> : Exploitation de la nappe albienne dans la vallée du M'Zab par Usage.	<b>32</b>
<b>Fig.17</b> :Localisation géographique de la région de Berriane.	<b>33</b>
<b>Fig.18</b> : Coupe lithologique et technique du forage dans région de Berriane.	<b>37</b>



<b>Fig.19</b> : Situation géographique de Berriane et localisation des sites d'échantillonnages.	<b>39</b>
<b>Fig.20</b> : Appareil de pH mètre.	<b>41</b>
<b>Fig.21</b> : Conductivité mètre.	<b>42</b>
<b>Fig.22</b> : L'appareil turbidimètre.	<b>43</b>
<b>Fig.23</b> : matériels utilisé pour mesurer sulfate de l'eau analysée.	<b>45</b>
<b>Fig.24</b> : matériels utilisé pour mesurer résidu sec de l'eau analysée.	<b>47</b>
<b>Fig.25</b> : Solutions et matériel pour mesurée la dureté de l'eau.	<b>48</b>
<b>Fig.26</b> : Solutions et matériel pour mesurée la TAC de l'eau.	<b>50</b>
<b>Fig.27</b> : Solutions et matériel pour mesurée le calcium de l'eau.	<b>51</b>
<b>Fig.28</b> : Solutions et matériel pour mesurée la Chlorures de l'eau.	<b>53</b>
<b>Fig.29</b> : Solutions et matériel pour mesurée le nitrite de l'eau.	<b>55</b>
<b>Fig.30</b> : Solutions et matériel pour mesurée l'ammonium de l'eau.	<b>56</b>
<b>Fig.31</b> : Solution et matériel pour mesurée l'ortho phosphate de l'eau	<b>57</b>
<b>Fig. 32</b> : Solution et matériel pour mesurée le nitrate de l'eau.	<b>58</b>
<b>Fig.33</b> : Evaluation de La température de l'eau des trois forages.	<b>59</b>
<b>Fig.34</b> : Evaluation de La pH de l'eau des trois forages.	<b>60</b>
<b>Fig.35</b> : Evaluation de La conductivité électrique de l'eaudes trois Forages.	<b>61</b>
<b>Fig.36</b> : Evaluation de La salinité de l'eau des trois forages.	<b>61</b>
<b>Fig.37</b> : Evaluation de La turbidité de l'eau des trois forages.	<b>62</b>
<b>Fig.38</b> : Evaluation de La minéralisation globale de l'eau des trois Forages.	<b>63</b>
<b>Fig.39</b> : Evaluation de La sulfate de l'eau des trois forages.	<b>63</b>
<b>Fig.40</b> : Evaluation de La Résidus sec de l'eau des trois forages.	<b>64</b>
<b>Fig.41</b> : Evaluation de La dureté total de l'eau des trois forages.	<b>65</b>
<b>Fig.42</b> : Evaluation de l'alcalinité de l'eau des trois forages.	<b>65</b>
<b>Fig.43</b> : Evaluation du calcium de l'eau des trois forages.	<b>66</b>
<b>Fig.44</b> : Evaluation de La magnésium de l'eau des trois forages.	<b>67</b>

<b>Fig.45:</b> Evaluation de La chlorure de l'eau des trois forages.	<b>67</b>
<b>Fig.46:</b> Evaluation de La fer de l'eau des trois forages.	<b>68</b>
<b>Fig.47:</b> Evaluation de La nitrite de l'eau des trois forages.	<b>69</b>
<b>Fig.48:</b> Evaluation de La Ammonium de l'eau des trois forages.	<b>69</b>
<b>Fig.49:</b> Evaluation de L'Ortho phosphate de l'eau des trois forages.	<b>70</b>
<b>Fig.50:</b> Evaluation de La nitrate de l'eau des trois forages.	<b>71</b>

**Liste des abréviations**

**A.N.R.H** : Agence nationale des Ressources hydriques.

**°C** : Degré Celsius.

**CE** : Conductivité électrique.

**CI** : Continental Intercalaire.

**CT** : Complexe terminal.

**D.P.A.T** : Direction de planification et d'aménagement des territoires

**EDTA** : Ethylène Diamine Tétra Acétique.

**F1** : Forage de Berriane 6.

**F2** : Forage de Bahmed–Ouelhaj .

**F3** : Forage de Sidi Abed Kader.

**Fig.**: Figure.

**H** : Heure.

**H Cl** : Acide chlorhydrique

**IRR** : Eau pour l'irrigation.

**Km2** : Kilomètre carré.

**MES** : Matière en suspension.

**M** : Mètre.

**Max** : Maximum

**Min** : Minimum

**min** : Minute.

**m/s** : Mètre par seconde

<b>NTU</b> : Nephlo turbidité unité.
<b>OMS</b> : Organisation Mondiale de la Santé.
<b>ONM</b> : Office National Météorologique.
<b>O.R.G.M</b> : Office National de Recherche Géologique et Minière.
<b>P</b> : précipitation.
<b>PH</b> : Potentiel d'hydrogène.
<b>TAC</b> : Alcalinité totale.
<b>TDS</b> : Taux De Salinité.
<b>TH</b> : Dureté de l'eau / Titre hydrométrique.
<b>T</b> : Température.
<b>V</b> : Vent.
<b>WOH</b> : World organisation Heath.
<b>µS/cm</b> : Micro Siemens par centimètre.

## Sommaire

**Dédicaces**

**Remerciement**

**Résumé**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste d'abréviations**

**Introduction**

### Chapitre I : Généralité sur les eaux

<b>I-1-</b> Définition de l'eau-----	3
<b>I -2-</b> Importance de l'eau-----	4
<b>I-3-</b> Cycle de l'eau-----	4
<b>I-4-</b> Sources d'eau-----	5
<b>I-4-1-</b> Les eaux de surface-----	5
<b>I-4-2-</b> Eau saline-----	6
<b>I-4-2-1-</b> Eau de mer-----	6
<b>I-4-2-2-</b> Eaux saumâtres-----	6
<b>I-4-3-</b> Les eaux souterraines-----	7
<b>I-4-3-1 –</b> La nappe phréatique-----	7
<b>I-4-3-2-</b> La nappe continentale intercalaire (CI) -----	7
<b>I-4-3-3-</b> Le Complexe Terminal(CT) -----	7
<b>I-5-</b> Principales différence entre les eaux souterraines et les eaux de Surface-----	7
<b>I-6-</b> La pollution des eaux -----	8
<b>I-6-1-</b> Définition -----	8
<b>I-6-2-</b> le type de pollution -----	9
<b>I-6-2-1-</b> pollution physique -----	9
<b>I-6-2-2-</b> pollution chimique -----	9
<b>I-6-2-3-</b> pollution thermique -----	9
<b>I-6-3-</b> Pollution des eaux souterraines-----	9
<b>I-6-4-</b> Maladies liées à la consommation de l'eau-----	10
<b>I-7-</b> Potabilité de l'eau-----	11

I -7-1-Paramètres organoleptiques -----	11
I-7-1-1-Couleur -----	11
I -7-1-2-Odeur -----	11
I-7-1-3-Goût et saveur -----	11
I-7-2- Paramètre physico-chimique -----	12
I-7-3- Paramètre bactériologiques -----	12
I-7-4- Les normes de potabilités -----	12

## **Chapitre II : Présentation la région d'étude**

II-1- Généralités sur la wilaya de Ghardaïa -----	13
II-2- La vallée du M'Zab -----	15
II-3- Milieu physique-----	15
II 3-1-Géomorphologie-----	15
II -3-1-1- Chabka du M'Zab-----	16
II -3-1-2- Région des dayas-----	16
II -3-1-3- Région des Regs-----	17
II-4-Climatologie -----	17
II -4-6-1- La température -----	18
II -4-6-2-Les précipitations -----	19
II -4-6-3- Le vent -----	19
II -4-6-4-L'humidité -----	20
II -4-6-5-Diagramme Ombrothermique-----	21
II -4-6-6-Climagramme d'Emberger-----	21
II -5-Pédologie-----	23
II-5-1-Ergs-----	23
II-5-2-Regs-----	23
II-5-2-Hamada-----	23
II-6-Aspect géologique -----	23
II-6-1-Description litho stratigraphique-----	24



II-7-Milieu écologique de région du Ghardaïa -----	26
II-7-1-La flore de la région de Ghardaïa -----	27
II-7-2-La faune de la région du Ghardaïa-----	27
II -8-Situation hydrologique -----	28
II-8-1-Bassin versant du M'Zab -----	28
II-8-2-Description de l'Oued M'Zab-----	29
II -9-Caractéristiques hydrogéologiques -----	30
II -9-1-Nappe phréatique-----	30
II-9-2- Complexe terminal (CT) -----	30
II -9-3-Nappe du Continental Intercalaire-----	30
II -9-3-1-Structure du complexe continental (CI) dans la région du M'Zab-----	31
II -9-3-2-Exploitation du CI dans la vallée du M'Zab-----	32
II -10-Présentation de la commune de Berriane -----	32
II -10-1-Ressource de l'eau-----	33
II-10-2-Les forages et les réservoirs-----	34
II-10-3-Système hydraulique ancestral de Berriane-----	35
II-10-4-Description lithologique d'un sondage-----	36

### Chapitre III : Matériel et Méthodes

III-1-Introduction-----	38
III-2-Choix de la région d'étude -----	38
III-3-Analyse de l'eau-----	38
III-4-Échantillonnage et modes de prélèvements -----	38
III-4-1-Echantillonnage -----	39
III-4-1-1-Zone d'échantillonnage -----	39
III-5-Méthodes d'analyses physicochimiques-----	40
III-5-1-Paramètre physique -----	40
III-5-1-1-La température -----	40

III-5-1-2-Potentiel d'hydrogène « pH »-----	40
III-5-1-3- Conductivité -----	41
III-5-1-4- La salinité -----	42
III-5-1-5-Turbidité -----	43
III-5-1-6-Minéralisation globale d'une eau (TDS) -----	44
III-5-2-Paramètre chimique -----	44
III-5-2-1-Paramètre gravimétrique -----	44
III-5-2-1-1-Sulfates (S042-) -----	44
III-5-2-1-2-Résidus sec-----	46
III-5-2-2-Paramètre volumétrique -----	47
III-5-2-2-1-Dureté de l'eau (TH) -----	47
III-5-2-2-2-Alcalinité (TA et TAC) -----	49
III-5-2-2-3-Calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) -----	50
III -5-2-2-4-Magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ) -----	51
III-5-2-2-5-Chlorures-----	52
III-5-2-3- paramètre de pollution -----	53
III-5-2-3-1-Le Fer $\text{Fe}^{2+}$ -----	53
III-5-2-3-2-Nitrite $\text{NO}_2^-$ -----	54
III-5-2-3-3-L'ammonium $\text{NH}_4^+$ -----	55
III-5-2-3-4-L'ortho phosphate $\text{PO}_4^-$ -----	56
III-5-2-3-5-Le nitrate $\text{NO}_3^-$ -----	57

## Chapitre VI : Résultats et discussion

VI -1-Paramètre physique -----	59
VI -1-1-La température -----	59
VI -1-2-Potentiel d'hydrogène « pH »-----	60

---

VI -1-3- Conductivité -----	60
VI -1-4- La salinité -----	61
VI-1-5-Turbidité -----	62
VI -1-6-Minéralisation globale d'une eau (TDS) -----	62
VI -2-Paramètre chimique -----	63
VI -2-1-Paramètre gravimétrique -----	63
VI -2-1-1-Sulfates (S042-) -----	63
VI -2-1-2-Résidus sec-----	64
VI -2-2-Paramètre volumétrique -----	64
VI -2-2-1-Dureté de l'eau (TH) -----	64
VI -2-2-2-Alcalinité (TA et TAC) -----	65
VI -2-2-3-Calcium (Ca <sup>+2</sup> ) -----	66
VI -2-2-4-Magnésium (Mg <sup>+2</sup> ) -----	66
VI -2-2-5-Chlorures-----	67
VI -2-3- paramètre de pollution -----	68
VI -2-3-1-Le Fer Fe <sup>2+</sup> -----	68
VI -2-3-2-Nitrite NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -----	68
VI -2-3-3-L'ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -----	69
VI-2-3-4-L'ortho phosphate PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> -----	70
VI -2-3-5-Le nitrate NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -----	70
Conclusion -----	72

## Références bibliographiques

## Annexes

## *Sommaire*

---

# **Introduction générale**

La terre est l'unique planète du système solaire, dont la surface est recouverte des grandes quantités d'eau à l'état liquide environ 70%. Elle est un élément essentiel de la vie biologique. Non seulement, est un nutriment vital, mais aussi impliquée dans de nombreuses fonctions physiologiques essentielles telles que la digestion, l'absorption, la thermorégulation et l'élimination des déchets (Kirkpatrick et Fleming, 2008). Sans cette matière simple et complexe en même temps, la vie sur terre n'aurait jamais existé, donc l'eau elle est un élément noble qu'on doit protéger pour les générations futures (Henri, 2012).

Une eau destinée à la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exempte d'éléments chimiques et biologiques susceptibles nuisibles à plus ou moins long terme à la santé des individus (John et Donald, 2010). Selon l'OMS (2005), chaque année 1,8 millions de personnes dont 90% d'enfants de moins de cinq ans, vivant pour la plupart dans les pays en développement meurent de maladies diarrhéiques (y compris du choléra); 88% des maladies diarrhéiques sont imputables à la mauvaise qualité de l'eau, à un assainissement insuffisant et à une hygiène défectueuse.

Les eaux souterraines représentent environ 97 % du total des eaux douces continentales liquides (Bosca, 2002). Selon Merzoug et *al.* (2010), 75 à 90 % de la population mondiale utilisent une eau d'origine souterraine. Les eaux souterraines représentent une importante source d'eau destinée à la consommation humaine et autre (Margat, 1992).

Certains travaux de recherches ont été réalisés sur la qualité des eaux souterraines concluent que les pollutions de ces eaux souterraines proviendraient d'une origine géologique et anthropique, notamment d'infiltration des eaux usées et l'utilisation des engrais chimiques en agriculture (Aka et *al.*, 2013). D'autres études ont révélé que la pollution des eaux souterraines est liée à la présence des fosses septiques, à l'absence du traitement, au manque du réseau d'assainissement et au non-respect des conditions d'hygiène publique (Guessoum et *al.*, 2014, Degbey et *al.*, 2010).

L'Algérie, et plus particulièrement le Sahara, est considéré comme un pays relativement aride. Durant les dernières années, le pays est confronté à nombreuse problèmes de ressources en eau mobilisables qui ne se pose pas uniquement en termes de quantité disponible, mais aussi en termes de qualité acceptable (Benzayet, 2010).

Il est nécessaire de garantir cette ressource en quantité et en qualité surtout dans une région aride comme Ghardaïa où on assiste à la rareté des pluies et à une évaporation intense. Paradoxalement, il existe des réservoirs aquifères importants tels que le Continental Intercalaire, la nappe des calcaires turoniens et l'aquifère alluvial. L'alimentation en eau potable de la population de la wilaya de Ghardaïa elle est à partir les sources de la nappe du continental intercalaire (C.I) (Achour, 2014).



Cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux de forage utilisées comme eau de boisson au niveau de la région Berriane (Wilaya de Ghardaïa) durant un période de trois mois à différentes saison, de dégager éventuellement les causes de la pollution de ces eaux et de faire des propositions aux consommateurs de telle manière à observer des attitudes garantissant la qualité de l'eau.

Afin d'atteindre cet objectif, ce travail a été réalisé en quatre chapitres :

➤ **Le premier chapitre : Généralités sur les eaux**

Est un rappelle sur l'eau d'une façon générale. (L'importance, le cycle, les sources...etc.) Et la pollution des eaux et les différent maladies causé.

➤ **Le deuxième chapitre : présentation de région étude**

Consacrée à la présentation des caractéristiques générales de la région d'étude (région de Ghardaïa).

➤ **Le troisième chapitre : Matériel et Méthode**

Intitulé matériel et méthodes, est essentiellement consacrée à représenter la démarche pour analyser la qualité de différents échantillons d'eau.

➤ **Le quatrième chapitre : Résultats et discussion**

La présentation et la discussion des résultats obtenus, comparait ce résultats par les normes OMS et ALG ont fait l'objet de ce manuscrit.

# **Chapitre I**

## **Généralités sur l'eau**

## I-1- Définition de l'eau

C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur et de pH neutre. C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (Bernard, 2007). L'eau s'allie avec certains sels pour former des hydrates et réagit avec des oxydes des métaux pour former des acides. Elle est utilisée comme catalyseur dans de nombreuses réactions chimiques importantes. Dans la nature, sous l'action du soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau change d'état. On peut la trouver sous trois formes (figure 01). (Marsily, 1995).

**État solide:** à basse température, l'eau est appelée glace et possède des Structures cristallines régulières.

**État gazeux :** caractérisé par une absence de forme et de limite physique, il n'y a pas de liaisons entre les molécules, et sont indépendantes les unes des autres.

**État liquide :** caractérisé par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires.

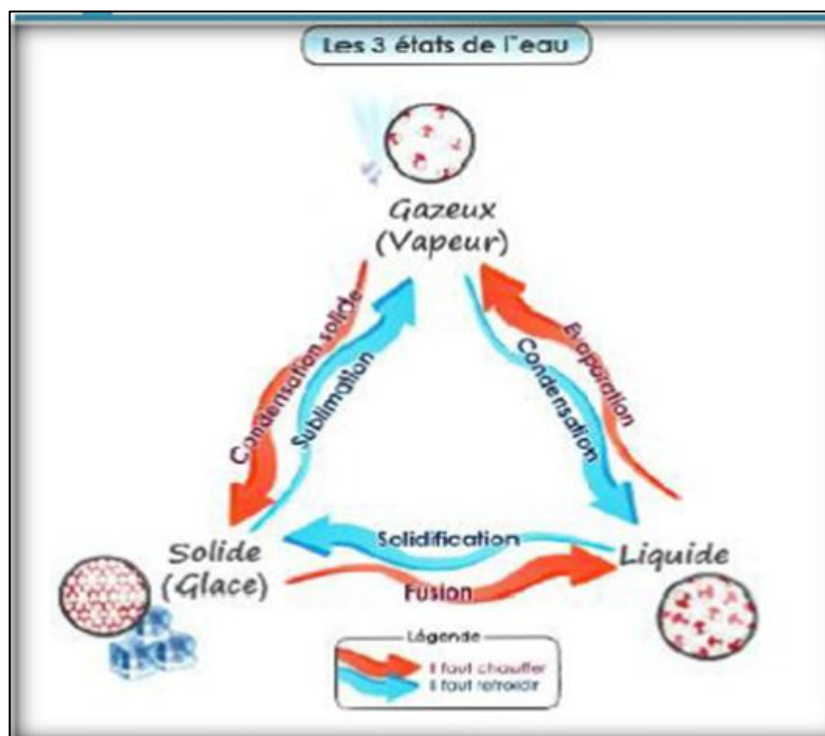


Fig. 01: Les trois états de l'eau

## I-2-Importance de l'eau

L'eau est le principal constituant du corps humain. La quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65 %, ce qui correspond à environ 45 litres d'eau pour une personne de 70 kilogrammes.

L'organisme élimine en permanence de l'eau. En fin de digestion la plus grande part de l'eau traverse les parois de l'intestin pour aller rejoindre le sang et la lymphe, qui la transportent dans tout l'organisme, notamment vers les reins, la peau et les poumons ; elle sera ensuite éliminée de diverses manières (urine, sueur, expiration).

L'homme doit donc chaque jour subvenir à ses besoins en eau, en buvant, mais aussi en mangeant car les aliments en contiennent beaucoup. Pour maintenir l'organisme en bonne santé, les pertes en eau doivent toujours être compensées par les apports. La soif est d'ailleurs un mécanisme par lequel l'organisme " avertit " qu'il est en état de déshydratation (Balderacchi, 2009)

## I-3-Cycle de l'eau

La connaissance de l'origine de l'eau, de son cycle, de sa dynamique dans la nature et sa répartition dans l'espace et dans le temps est une donnée fondamentale. L'eau fait partie d'un cycle naturel en perpétuel mouvement entre la terre et l'atmosphère. Elle s'évapore constamment au-dessus des océans, des lacs et des forêts, condensée sous forme de nuages et ensuite transportée dans le ciel par vents. Les nuages se condensent sous forme de vapeur d'eau autour des particules de poussières, puis tombent en précipitations sous forme de pluie ou de neige, sous l'action de phénomènes météorologiques complexes où interviennent surtout les vents et les différences de températures (Bouziani, 2000). L'eau qui ruisselle pénètre dans le sol où elle s'infiltré et va remplir les nappes souterraines. Elle traverse des couches de plus en plus profondes du sol et va abandonner dans son cheminement la quasi-totalité des impuretés dont elle s'était chargée (Bouziani, 2000). Les eaux souterraines circulent elles aussi, une partie se jetant directement dans la mer et le reste venant alimenter les rivières à leur source ou par le biais d'un affluent. Enfin, l'eau peut revenir directement à sa phase liquide dans l'atmosphère par la transpiration des végétaux qui éliminent ainsi une partie de l'eau contenue dans le sol et conservent une partie de l'eau de pluie dans leur feuillage (Figure.2) (Valverde, 2008).

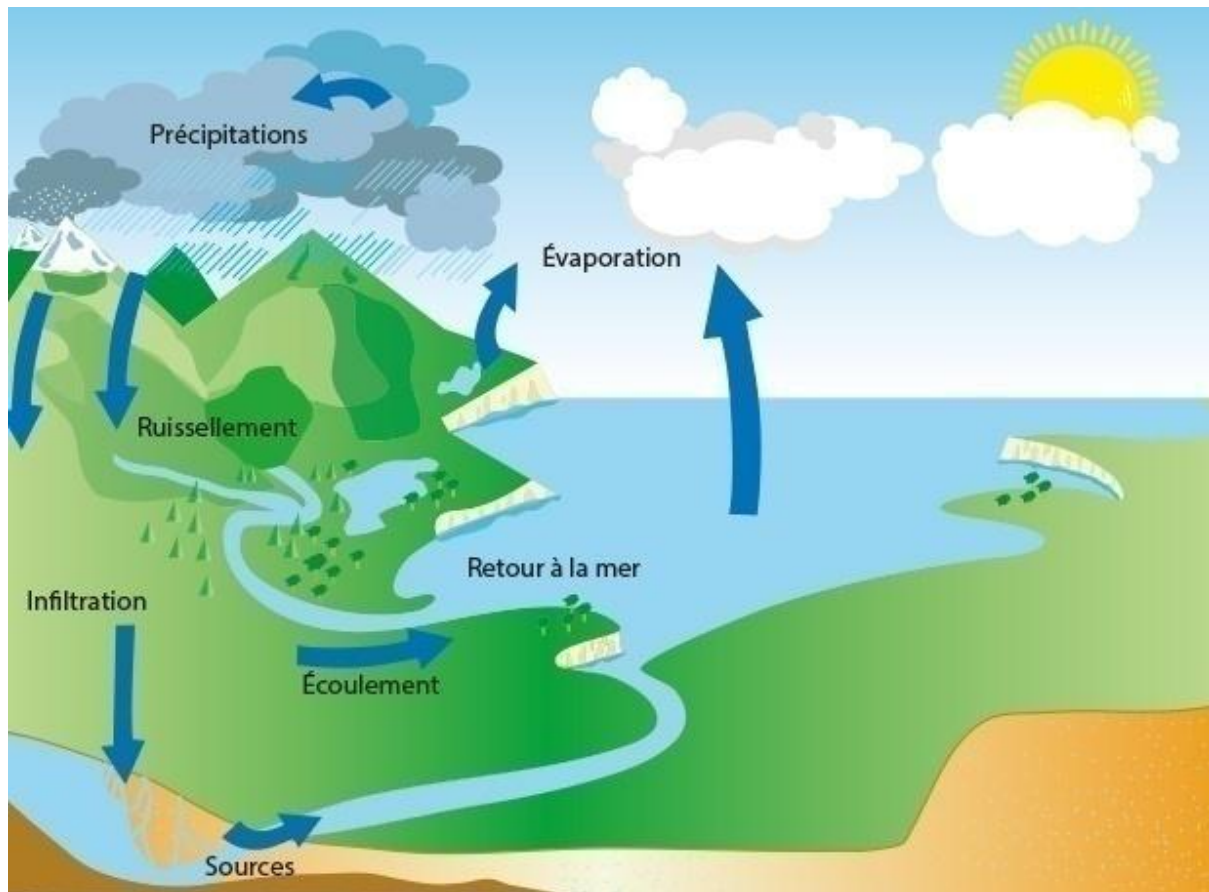


Fig02. Cycle de l'eau (Paioués, 2007)

#### I-4-Les sources d'eau

L'homme à recours généralement, pour satisfaire ses propres besoins en eau et permettre son usage dans ses diverses activités industrielles et agricoles, à trois types de ressources naturelles

- Les eaux souterraines.
- Les eaux de surface (rivières, fleuves et lacs).
- Les eaux salines (eaux de mer et saumâtres).

##### I-4-1- Eaux de surface

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles proviennent soit par des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit par les eaux de ruissellement (fleuves, rivières, barrages, mares, marigots). Elles sont caractérisées par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. En plus, ces eaux superficielles doivent subir un traitement en plusieurs étapes pour

être utilisées pour la boisson et les usages domestiques. Elles ne peuvent être utilisées sans traitement (Molinie, 2009).

### **I-4-2-Eau saline**

Une eau saline est constituée d'eaux naturelles qui contiennent une quantité notable de sels, dont la nature n'est ni ferrugineuse (eau ferrugineuse) ni sulfureuse. L'eau saline comprend les eaux dures, l'eau salée, l'eau alcaline... et l'eau continentale qui contient une forte concentration en sels. Ainsi, une eau est dite saline lorsque l'eau salée possède une teneur en matières dissoutes proche de celle de l'eau de mer. Par convention, on y classe toute eau salée à concentration comprise entre 10 000 et 100 000 ppm, donc intermédiaire entre l'eau saumâtre et l'eau sur salée. (Huot, 2010).

#### **I-4-2-1-Eau de mer**

L'eau de mer est une solution complexe qui contient tous les éléments indispensables à la vie (calcium, silicium, carbone, azote, phosphore, oligo-éléments), des matières organiques (teneur comprise entre 0.5 et 2mg) et, naturellement à l'état dissous, les gaz présents dans l'atmosphère. L'eau de mer est faiblement alcaline. Son pH étant compris entre 7.5 et 8.4. (Rapinat, 1982) La caractéristique la plus importante des eaux de mer est leur salinité, c'est-à-dire leur teneur globale en sels (chlorures de sodium et de magnésium, sulfates, carbonates). La salinité moyenne des eaux des mers et océans est de 35 g/L. Cette salinité peut être différente dans le cas de mers fermées. (Huot, 2010).

#### **I-4-2-2-Eaux saumâtres**

Une eau saumâtre est une eau salée non potable de salinité inférieure à celle de l'eau de mer. La plupart des eaux saumâtres contiennent entre 1 et 10 g de sels par litre. Ce sont parfois des eaux de surface mais le plus souvent des eaux souterraines qui se sont chargées en sels, en dissolvant certains sels présents dans les sols qu'elles ont traversés. Leur composition dépend donc de la nature des sols traversés et de la vitesse de circulation dans ces sols. Les principaux sels dissous sont le  $\text{CaCO}_3$ , le  $\text{CaSO}_4$ , le  $\text{MgCO}_3$  et le  $\text{Na Cl}$  (Huot, 2010).

### **I-4-3- Eaux souterraines**

L'eau souterraine est l'eau qui se trouve au niveau du sol et qui remplit soit les fractures du socle rocheux, soit les pores présents dans les milieux granulaires tels que les sables et les graviers. Contrairement à l'eau de surface, l'eau souterraine n'est pas rassemblée comme un ruisseau ou une rivière, mais elle circule en profondeur dans les formations géologiques qui constituent l'espace souterrain (Myrand, 2008). Les principales ressources en eau de la commune sont d'origine souterraine. Elles sont contenues dans deux types d'aquifères ; les nappes phréatiques superficielles d'infero-flux et la nappe profonde captive du Continental Intercalaire dite albienne. Elles restent jusqu'à présent les meilleures ressources en eau potable (Margat, 1992).

#### **I-4-3-1 – La nappe phréatique**

La nappe phréatique est constituée par l'accumulation des eaux d'infiltration au-dessous d'une couche étanche située à quelque distance de la surface libre du terrain (Bahaz, 2013).

#### **I-4-3-2-La nappe continentale intercalaire (CI)**

C'est une nappe contenue, d'ouest en est, entre un mur constitué par les horizons imperméables Paléozoïques à Néocomiens et un toit correspondant à la base argileuse du Cénomani (Bahaz, 2013), souvent appelée « Nappe de l'albien » couvrant les terrains dont l'âge va du Trias à l'albien (B.N.D.R, 2013). C'est une nappe qui est partagée entre trois pays maghrébins: l'Algérie, la Tunisie et la Libye. La partie Algérienne du Continental Intercalaire couvre 600 000 Km<sup>2</sup>. Elle stocke un volume d'eau considérable, estimé à 50 000 milliards m<sup>3</sup> environ. Cette nappe est plus connue sous la dénomination d'«Albien» (Bahaz, 2013).

#### **I-4-3-3- Le Complexe Terminal**

Le terme du Complexe Terminal désigne l'ensemble assez peu homogène incluant les formations carbonatées du Crétacé supérieur et les dépôts sablo-gréseux du Tertiaire, principalement du Miocène (Achour, 2014).

### **I-5- Principales différences entre les eaux souterraines et les eaux de surface**

Les eaux de surface sont plus chargées de matières en suspension que les eaux souterraines, ainsi que de matières colloïdales, plancton animal et végétal. Les eaux souterraines sont souvent considérées comme des eaux naturellement pures ce qui est une erreur, car souvent elles contiennent

du fer, manganèse, ammoniacque et matières organiques sans parler de la teneur excessive en fluor et nitrates (Kettab, 1992) (Tableau.1).

**Tableau1** : Comparaison entre les eaux de surface et les eaux souterraines  
(Bourrier et Selim, 2011).

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variable suivant les saisons	Relativement constante
Turbidité, MES	Variable, parfois élevée	Faible ou nulle
Couleur	Liée surtout aux MES (argiles, algues)	Liée surtout aux matières en solution (acide humique par exemple)
Fe et Mn divalent (à l'état dissous)	Généralement absents sauf en profondeur des pièces d'eau en état d'eutrophisation.	Généralement présents Sensiblement
Minéralisation globale	Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets.	Constante en général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
CO <sub>2</sub> agressif	Généralement absent	Souvent présent en grande quantité
Oxygène dissous	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans le cas d'eaux très polluées.	Absent dans la plupart du temps.
H <sub>2</sub> S	Généralement absent.	Souvent présent
NH <sub>4</sub>	Présent seulement dans les eaux polluées.	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
Nitrates	Peu abondant en général	Teneur parfois élevée.
Micropolluants minéraux et organiques	Présents dans les eaux de pays développés mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	Généralement absents, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps.
Eléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogénies), virus, plancton	Ferro bactéries fréquentes.

## I-6-La pollution des eaux

### I-6-1-Définition

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol. Une eau est dite polluée lorsque son équilibre est modifié de



façon durable par l'apport en quantités très importantes des substances plus ou moins toxiques, d'origines naturelles ou issues d'activités humaines. L'activité humaine, qu'elle soit industrielle, urbaine ou agricoles, produit une quantité de substance polluantes de toute nature qui sont à l'origine de différents types de pollution qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodique ou encore accidentelles ou aiguës, à la suite du déversement intempestif des produits toxiques d'origine industrielle ou agricole, ou de lessivage des sols urbains lors de fortes pluies (Rodier, 2005). La pollution participe de ce fait à diminuer les volumes d'eau utilisable par les populations. Elle engendre aussi des maladies et les phénomènes d'eutrophisation dans les réserves d'eau et déséquilibre dans l'environnement naturel (Zella, 2007).

### I-6-2-le type de pollution

Selon (Guerbouz, 2006) il y a trois types de pollution :

**A- Pollution physique** : elle est due à présence de matières en suspension, parfois de colloïdes, elle fait par un trouble ou une coloration prononcée

**B- Pollution chimique** : elle est due à substance en solution, elle se traduit par un changement de saveur (eau salées ou saumâtres) parfois par l'apparition d'un caractère toxique lorsque le corps dissous est un poison

**C- Pollution thermique**: elle se traduit par l'accroissement de la température due à des circuits de refroidissement dont le plus souvent relevant de centrales énergétique.

### I-6-3-Pollution des eaux souterraines

La pollution des eaux souterraines est le risque permanent de l'élimination de la ressource en eau dans un proche avenir (Castany, 1982). C'est une pollution très discrète mais très persistante et ses conséquences doivent être envisagées sur le très long terme (Gaujous, 1985).

La pollution des eaux souterraines est favorisée par certains aménagements et pratiques :

- \_ Mauvaises gestions des eaux de ruissellement.
- \_ Interventions qui favorisent l'infiltration dans la nappe : Forage de puits sans précaution, ouverture du gravier, puits perdus (infiltration des eaux usées).
- \_ Modification des pratiques agricoles : remplacement de la prairie par des cultures intensives (Gaujous, 1985).

### I-6-7-Maladies liées à la consommation de l'eau

Dans la nature, l'eau n'est pas toujours source de vie car elle peut véhiculer en particulier un nombre de micro-organismes, bactéries, virus et parasites en tous genres qui y vivent et s'y développent (Rodier, 1999).

Les principaux symptômes de toutes les maladies hydriques sont les suivants:

Diarrhées ou rarement constipations, crampes abdominales, fièvre et vomissements. Cette similitude de symptômes ne facilite pas l'établissement d'un diagnostic sûr, c'est pourquoi, pour aider le médecin dans cette tâche, on doit lui fournir le maximum d'indices (pays récemment visités, personnes rencontrées, aliments consommés, précautions prises et risques professionnels). (Ancil, 2008).

- **Choléra:** Maladie contagieuse d'origine bactérienne qui provoque des infections intestinales aiguës, dont les symptômes sont diarrhées fréquentes, vomissements incontrôlables, soif intense et une déshydratation rapide. Cette maladie peut entraîner la mort dans 80% des cas graves non traités (Briere, 2000).
- **Fièvre typhoïde :** Fièvre d'origine bactérienne qui entraîne de la fièvre, des maux de tête, de l'anorexie, un ralentissement du rythme cardiaque, une augmentation du volume de la rate, la formation de taches roses sur le corps, une toux sèche et de la constipation. Cette maladie, qui peut être bénigne et asymptomatique, peut entraîner la mort dans 1% des cas.
- **Fièvre paratyphoïde :** Maladie d'origine virale, cliniquement semblable à la fièvre typhoïde. Le taux de mortalité est toutefois plus faible (Briere, 2000).
- **Dysenterie :** Terme générique qui caractérise des maladies entraînant une diarrhée douloureuse et sanglante accompagnée de coliques, de nausées et de vomissements, dysenterie bacillaire ou shigellose (causée par diverses bactéries), dysenterie amibienne ou amibiase (causée par des amibes). Seule la shigellose peut entraîner la mort, les taux de mortalité peuvent atteindre 20%.
- **Diarrhées infectieuses:** Maladies causées par diverses bactéries et dont les symptômes sont des selles liquides, des vomissements et de la fièvre. En général, elles n'entraînent pas la mort (Briere, 2000).

## **I-7- Potabilité de l'eau**

L'eau potable doit obligatoirement respecter les seuils réglementaires de différents paramètres, divisés en différents groupes: les qualités organoleptiques (odeur, couleur, saveur), les éléments microbiologiques (virus, bactéries), les substances indésirables (nitrate, fluor), toxiques (chrome, plomb), les pesticides ainsi que la composition naturelle de l'eau (pH, taux de calcium,...). Les normes de potabilité sont l'ensemble des critères organoleptiques, physiques, chimiques, toxiques, éléments indésirables et bactériologiques que doit respecter une eau pour pouvoir être offerte à la consommation humaine (Hubert et Marin, 2001).

### **I-7-1-Paramètres organoleptiques**

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé (Genoudet, 2001).

#### **I-7-1-1-Couleur**

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (Rodier, 2005). Elle représentera un indicateur de pollution si elle dépasse l'équivalent de 15 mg/1 de platine cobalt (Lefèvre, 1991).

#### **I-7-1-2-Odeur**

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme:

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

#### **I-7-1-3-Goût et saveur**

- Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche.
- La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (Rodier, 2005).

### **I-7-2- Paramètre physico-chimique**

Ils sont liées avec les caractéristiques naturelles de l'eau : le pH, la conductivité, la température, les chlorures et sulfates, dureté total de l'eau.....etc. On y trouve des substances indésirable (nitrates (50 mg/l): empêche l'oxygène de se fixer sur l'hémoglobine (=méthémoglobinémie), des sous-produits du traitement de l'eau des substances toxiques (plomb cyanure arsenic) et les pesticides (Guebouze, 2006).

### **I-7-3-Paramètre bactériologiques**

L'eau est déclarée bactériologiquement pure s'il y a absence de: Bactéries coliforme, *Escherichia coli*, *salmonella*, *streptocoques fécaux*, clostridium sulfite-réducteur, virus et parasites (Guebouze, 2006).

### **I-7-4- Les normes de potabilités**

Jusqu'au début du siècle, on déterminait si une eau était potable à partir des seuls sens. L'eau devait ainsi être agréable au goût, dépourvue d'odeur désagréable et limpide. Ce type sommaire d'évaluation a conduit dans plusieurs cas à des catastrophes. Aujourd'hui, on mesure plutôt les caractéristiques les plus appropriées et on les compare à des normes (OMS, 1980) et les normes algériennes (Annexe 01).

# **Chapitre II**

## **Présentation la région d'étude**

## Etude du milieu

On présentera la région d'étude (Berriane, Ghardaïa) qui vont être la zone prélèvement des eaux du fourrage pour les différentes études expérimentales réalisés au niveau du laboratoire.

### II-1- Généralités sur la wilaya de Ghardaïa

La Wilaya de Ghardaïa se situe au centre de la partie Nord du Sahara algérien (figure 3) aux portes du désert à 32° 30 de latitude Nord et à 3° 45 de longitude. Elle est issue du découpage administratif du territoire de 1984. L'ensemble de la nouvelle Wilaya dépendait de l'ancienne Wilaya de Laghouat. Il est composé des anciennes dairates de Ghardaïa, Metlili et El-Ménéa (D.P.S.B., 2014). Ses coordonnées géographiques selon le système longitude latitude WGS 84 sont :

- Altitude 480 m.
- Latitude 32° 30' Nord.
- Longitude 3° 45' Est.

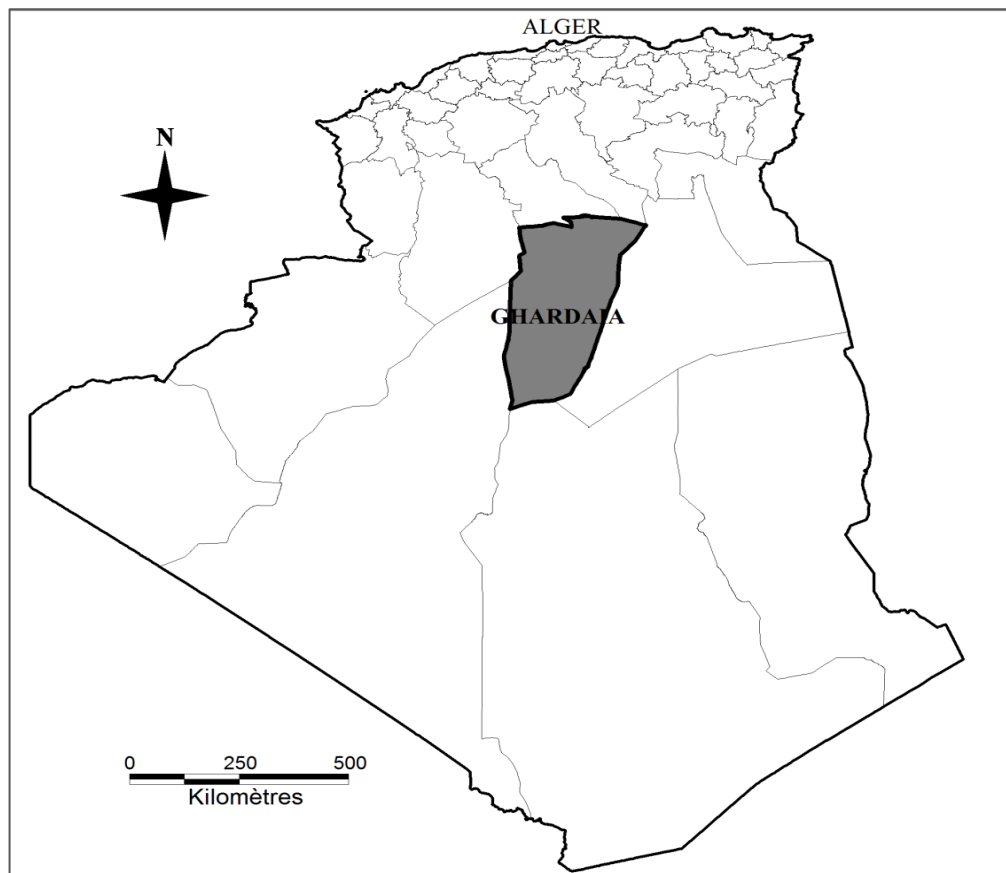
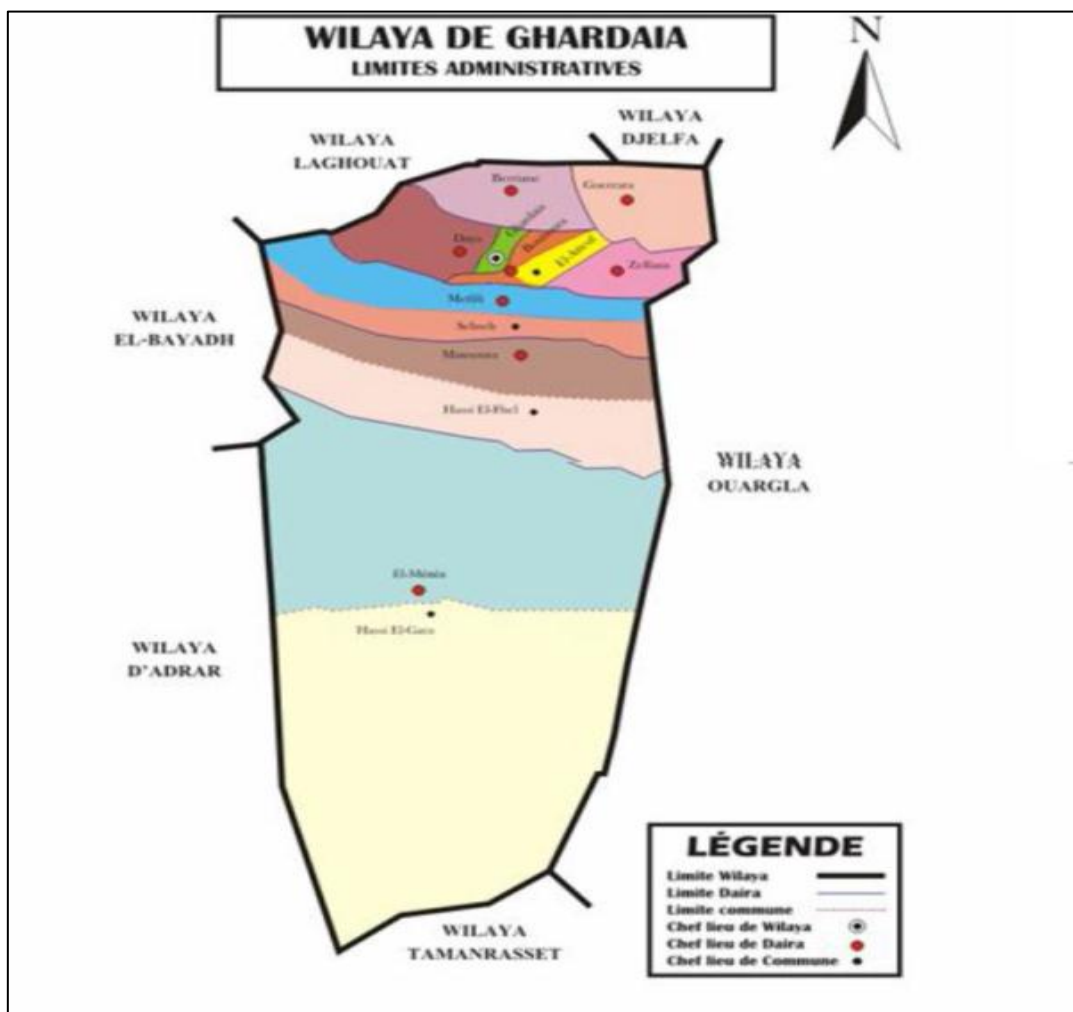


Fig. 03 : Localisation de la wilaya de Ghardaïa dans Alger (Atlas, 2005)

La wilaya de Ghardaïa couvre une superficie de 86.560 km<sup>2</sup>, elle est limitée :

- au Nord par la Wilaya de Laghouat (200 Km)
- au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300 Km)
- à l'Est par la Wilaya d'Ouargla (200 Km)
- au Sud par la Wilaya de Tamanrasset (1.470Km)
- au Sud- Ouest par la Wilaya d'Adrar (400 Km)
- à l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayad (350 Km).

La wilaya comporte actuellement 11 communes regroupées en 8 Daïras (Figure. 04) pour une Population de 396.452 habitants, soit une densité de 4,68 habitants/ km<sup>2</sup> (D.P.A.T, 2009).



**Fig.04 : Limites administratives de la wilaya de GHARDAIA (Ben kenzou et al, 2007)**

## II-2- La vallée du M'Zab

La vallée du M'Zab, situé à 600 Km au sud de la capitale est considérée comme l'une des grands Oasis du Sahara algérien. Administrativement, elle fait partie de la Wilaya de Ghardaïa, regroupant trois chefs lieu de communes ; Ghardaïa chef-lieu de la wilaya occupant l'amont et le centre de la vallée, Bou Noura et Atteuf occupant la partie aval de la vallée (Achour, 2014).

Géographiquement la vallée du M'Zab est comprise entre 32°26 et 32°31 de l'altitude Nord et 3°37 et 3°46 de longitude Est. Elle est alignée approximativement Nord-Ouest ; Sud-Est en partant de Bouchent, zone de confluence de l'oued El Haimeur (Laaidira) avec l'oued de Touzouz ,jusqu'à El Atteuf sur une longueur de 23 ,50 Km. La largeur de la vallée varie entre 2,35 et 1,50 Km en amont et diminue fur et à mesure vers l'aval pour atteindre 0,55 Km tout au sud de la ville d'El Atteuf (Achour, 2014)(Figure 5).

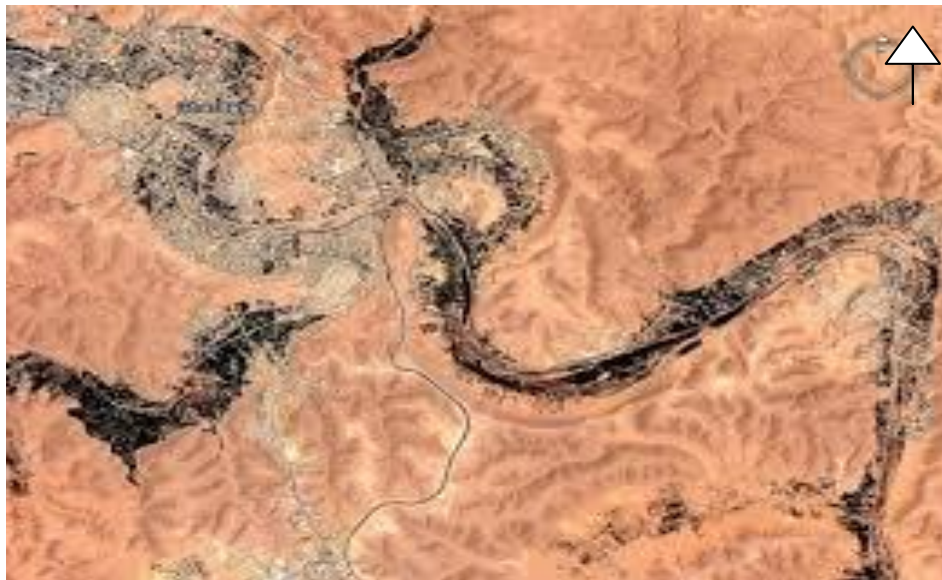


Fig. 05 : Limites de la vallée de l'oued M'Zab (Image Google Earth)

## II-3- Milieu physique

Le milieu physique comporte la géomorphologie de la région qui présente des Spécificités et des particularités bien distinctes la caractérisant des autres régions Sahariennes.

### II 3-1-Géomorphologie

Dans la région de Ghardaïa, on peut distinguer trois types de formations géomorphologiques D.P.A.T. (2005)

-La Chabka du M'Zab.



-La région des dayas.

-La région des Ergs (Figure 06) .

L'ensemble géomorphologique dans lequel s'inscrit le M'Zab est un plateau rocheux, le HAMADA, dont l'altitude varie entre 300 et 800 mètres. Le paysage est caractérisé par une vaste étendue pierreuse où affleure une roche nue de couleur brune et noirâtre. Les sols cultivables sont rares et limités aux zones d'accumulation des eaux et de dépôts alluvionnaires. La région présente des grands ensembles les distinguant plus ou moins des autres régions Sahariennes (D.P.A.T, 2005).

### **II -3-1-1- Chabka du M'Zab**

C'est un plateau crétacé rocheux et découpé en tous les sens par de petites vallées Irrégulières, qui semblent s'enchevêtrer les unes des autres. Ces vallées sont plus ou moins parallèles et leur pente dirigée vers l'Est .La hauteur des vallées du M'Zab est assez variable, et n'atteint pas les cent mètres. Leur largeur est parfois de plusieurs kilomètres. Les formations encaissantes comprennent des calcaires, et au-dessous des marnes ; les calcaires généralement dolomitiques constituent le plateau et le haut des berges. (Bensemaoune, 2008).

Le plateau rocheux occupe une superficie d'environ 8000 Km<sup>2</sup>, représentant 21 % de la région du M'Zab (Coyne, 1989). Vers l'Ouest, il se lève d'une manière continue et se termine brusquement à la grande falaise d'El loua, qui représente la coupe naturelle et oblique de ce bombement. Mis à part, Zelfana et Guerrara, les neuf autres communes (Ghardaïa, Berriane, Daïa, Bounoura, El Ateuf, Metlili, Sebseb, Mansoua et Hassi –Fhel) sont situées en tout ou en partie sur ce plateau. (Bensemaoune, 2008).

### **II -3-1-2- Région des dayas**

Au sud de l'Atlas saharien d'une part et d'autre part du méridien de Laghouat s'étend une partie communément appelée «plateau des dayas» en raison de l'abondance de ces entités physiologiques et biologiques qualifiées des dayas. Dans la région de Ghardaïa seule la commune de Guerrara, située au nord-est, occupe une petite partie du pays des dayas. ).

De substratum géologique miopliocène, les dayas sont des dépressions de dimensions très variables, grossièrement circulaires. Elles ont résulté des phénomènes karstiques de dissolution souterraine qui entraînent à la fois un approfondissement de la daya et son extension par corrosion

périphérique (Barry et Faurel, 1971 in Lebatt-Mahma., 1997). La région des dayas par sa richesse floristique offre par excellence les meilleures zones de parcours. (Bensaha, 2009).

### II -3-1-3-Région des Regs

Située à l'Est de la région de Ghardaïa, et de substratum géologique pliocène, cette région est caractérisée par l'abondance des Regs, qui sont des sols solides et caillouteux. Les Regs sont le résultat de la déflation, cette région est occupée par les communes de Zelfana, Bounoura et El Ateuf (D.P.A.T, 2005).

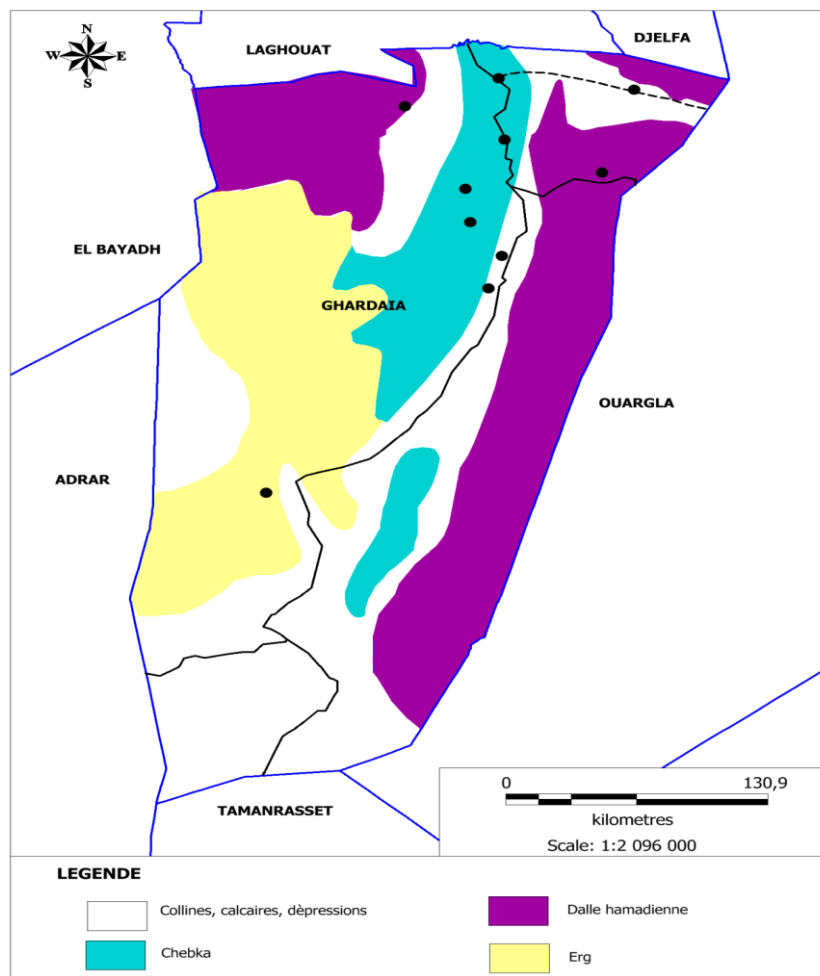


Fig. 06 : Milieu physique de la wilaya de GHARDAÏA (Atlas, 2005)

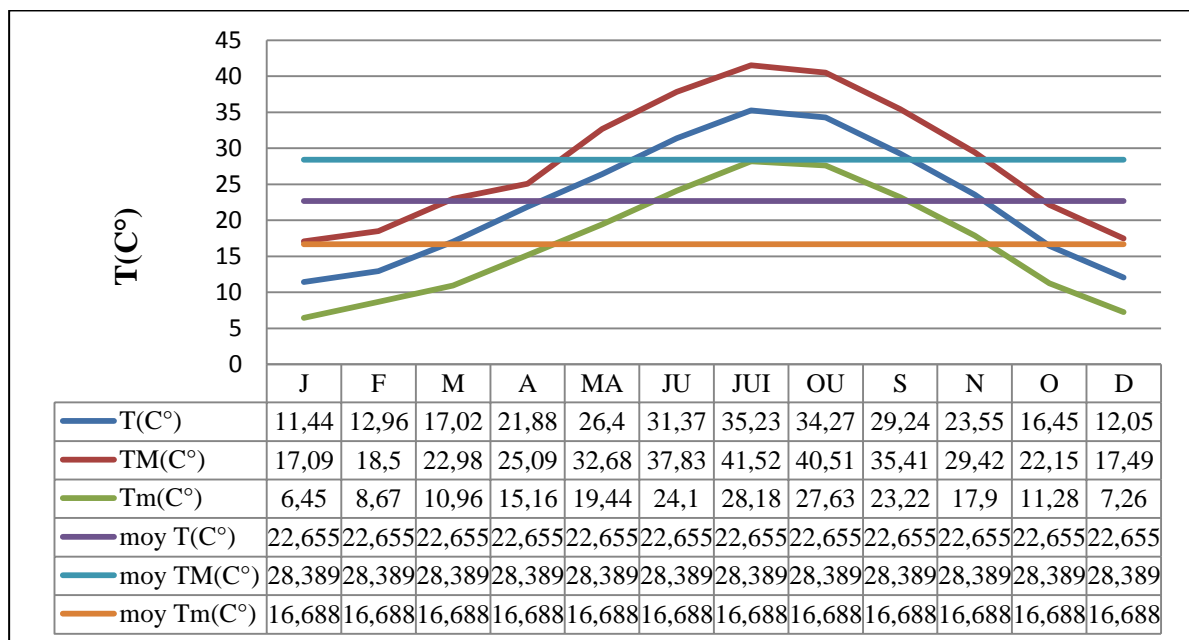
### II-4-Climatologie

Les régions sahariennes se caractérisent généralement par des précipitations faibles et irrégulières dans l'espace et dans le temps et de grands écarts thermiques (Ozenda, 1991). Le climat de la région de Ghardaïa est typiquement Saharien, se caractérise par deux saisons: une saison chaude et sèche

(Avril à Septembre) et une autre tempérée (Octobre à Mars), une grande différence entre les températures de l'été et de l'hiver. Nous enregistrons une moyenne annuelle de 25 °C, avec une évaporation de l'ordre de 2000 mm par an et une faible hauteur de pluies avec une moyenne de précipitations de 60 mm/an (Dubief, 1959).L'étude climatique est très importante, elle permet de déterminer les caractéristiques du climat de notre région et de mettre en évidence la contribution des différents facteurs à la variation des ressources en eaux souterraines (température, humidité, précipitation et vents).

**II-4-1- température**

La température est un paramètre très important dans la caractérisation du régime climatique d'une région donnée. Toutefois, vu sa liaison avec les phénomènes d'évaporation et de condensation, elle est un facteur déterminant dans l'établissement du bilan. Elle varie selon la latitude et l'altitude. La figure (07) montre que la température minimale du mois le plus froid (Janvier) est de 6.45°C., et que la température maximale de mois le plus chaud (Juillet) est de 41.52°C. Les températures moyennes maximale de mois (Juillet) est de 35.23°C et moyenne minimale de mois de (Janvier) est 11.44°C.



**Fig7: Présentation graphique de la température (2006-2015)**

### II-4-2- Les précipitations

Les précipitations constituent l'unique « entrée » du bilan hydrologique. Elles permettent une appréciation indirecte de l'état des réserves en eau du sol, la recharge et le régime des cours d'eau dans les bassins versants. On les exprime généralement en hauteur de lame d'eau précipitée par unité de surface horizontale (mm). On définit aussi son intensité (mm/h) Comme la hauteur d'eau précipitée par unité de temps. Le cumul annuel de la région de Ghardaïa durant 10 ans (2006-2015) est de 77.647 mm, il est marqué par un maximum en Janvier avec une valeur de 12.42mm et un minimum en Février et en Juillet estimé de 2.795 mm et 2.83 mm respectivement (Fig.08).

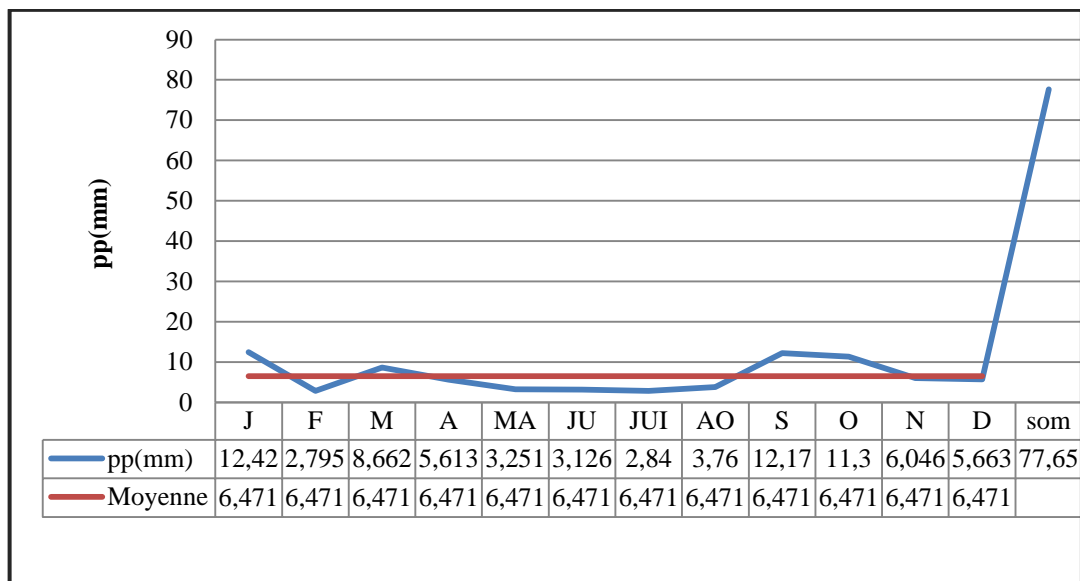


Fig. 08 : Présentation graphique des précipitations (2006-2015)

### II-4-3-Le vent

Le vent est un agent climatique influant directement sur le climat d'une région. Sa vitesse régit l'évaporation à la surface du sol et de la végétation. La figure (09), montre que la plus forte vitesse de vent est de 15.6 m/s au mois d'Avril, et la plus faible est de 10.8 m/s au mois de Novembre. Alors que, la moyenne annuelle est de 12.7006 m/s.

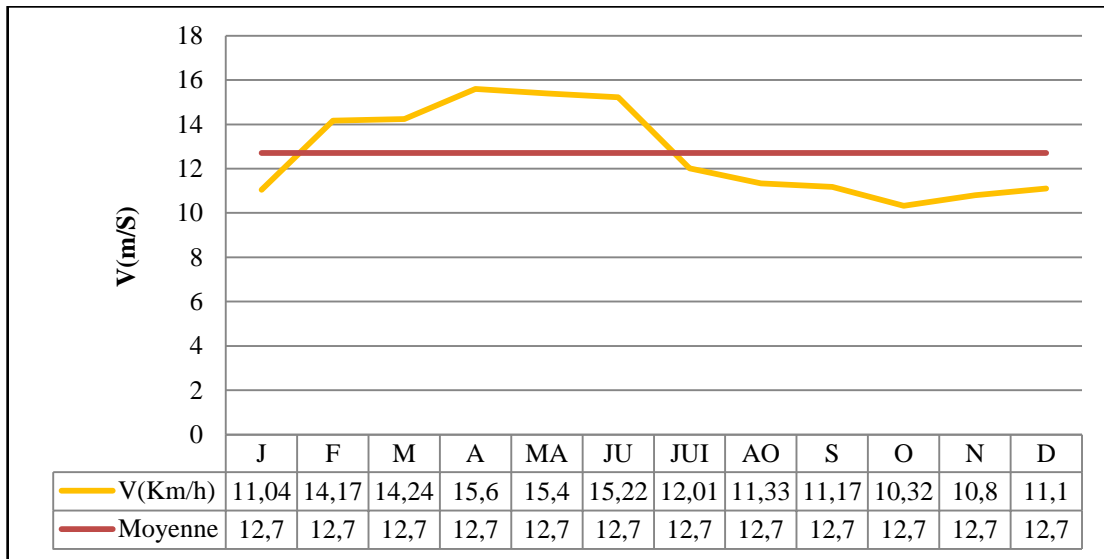


Fig.09: Présentation graphique de vent (2006-2015)

#### II-4-4-L'humidité

L'humidité relative de l'air est le rapport, exprimé en %, de la tension de vapeur d'eau à la tension de vapeur d'eau saturante. C'est un élément atmosphérique très important puisqu'il donne le taux de condensation de la vapeur d'eau dans l'atmosphère. D'après la figure (10), l'humidité relative de l'air est faible, la moyenne annuelle est de 35.8%, le minimum est de 20.61% en Juillet et le maximum est de 53.17% au mois de Décembre.

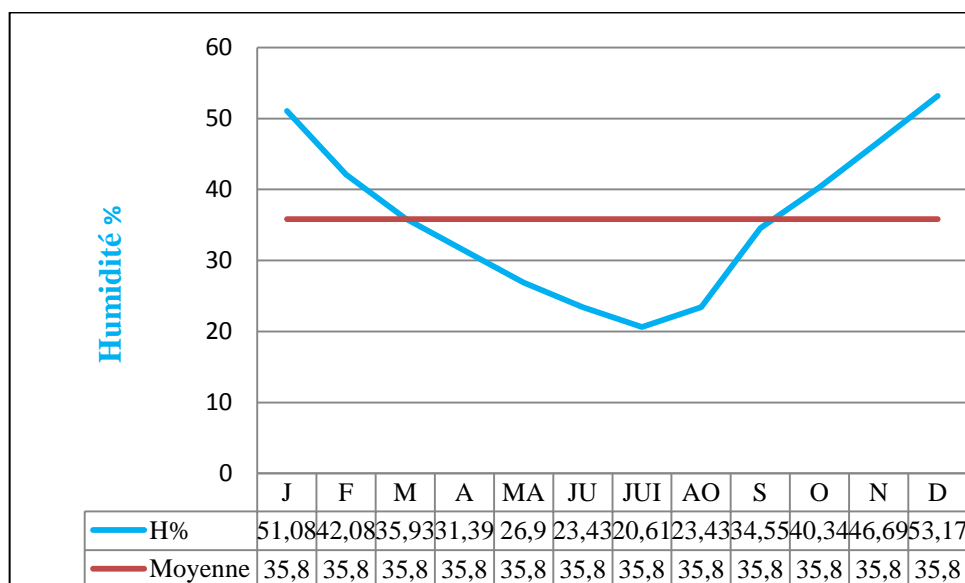


Fig.10 : Présentation graphique l'humidité (2006-2015)

### II-4-5-Diagramme Ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de Gausson permet de définir les mois secs. Un mois est considéré sec lorsque les précipitations mensuelles correspondantes exprimées en millimètres sont égales ou inférieures au double de la température exprimée en degré Celsius (Mutin, 1977).

Le diagramme ombrothermique de la région de Ghardaïa indique le prolongement de la période sèche toute l'année et les dix dernières années allant de 2006 à 2015(Figure11).

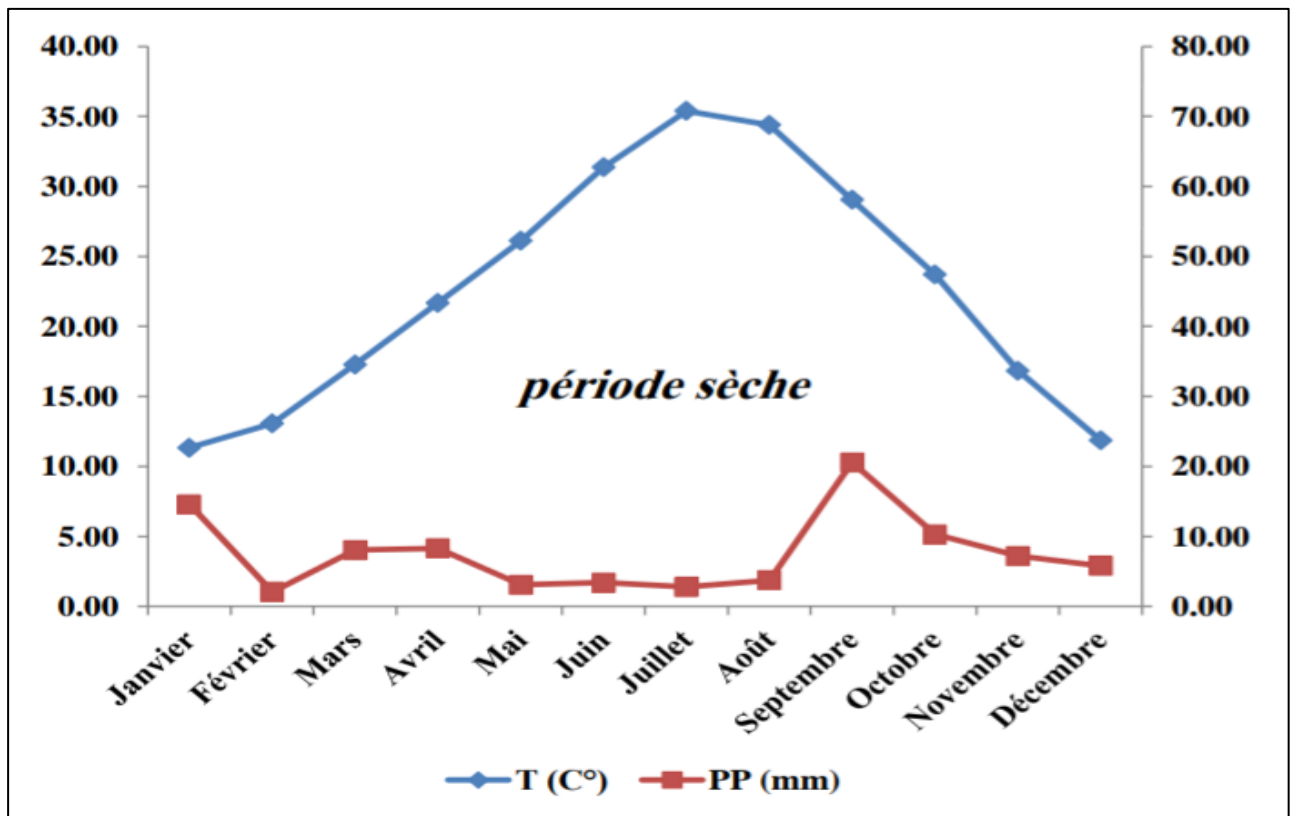


Fig. 11 : Diagramme Ombrothermique de la région de Ghardaïa (2006.2015).

### II-4-6-Climagramme d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet la classification des différents types de climats Méditerranéens (Dajoz, 1971). Le quotient pluviométrique D'EMBERGER est déterminé Selon la formule suivante (Stewart, 1969).

$$Q2=3,43 \times P/M - m$$

-Q2 : Quotient pluviométrique D'EMBERGER

-P : Somme des précipitations annuelles en mm

-M : Moyennes des températures maximales du mois le plus chaud

-Mm : Moyennes des températures minimales du mois le plus froid.

Le quotient Q2 de la région d'étude calculé à partir des données climatiques obtenues durant une période qui s'étalant sur les 10 ans (2006 à 2015) est égal à 7,39. Les températures moyennes des minima des mois les plus froids égalent (6.45°C) et plus chaud égalent (41.52°C). En rapportant ces valeurs sur le climagramme d'Emberger on constate que la région de Ghardaïa se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux (Fig.12).

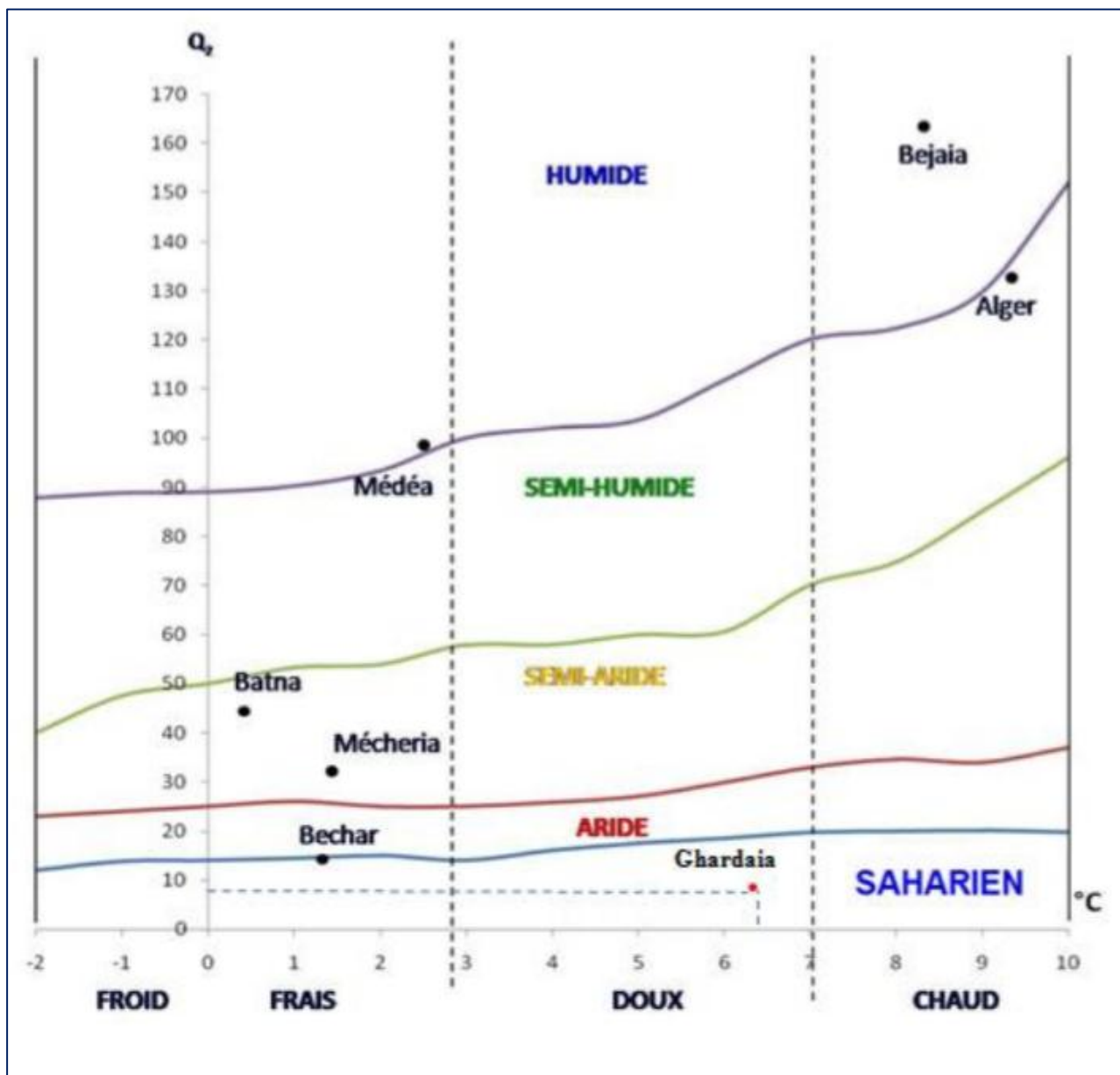


Fig12 : Etage bioclimatique de Ghardaïa selon le Climagramme d'EMBERGER

## **II -5-Pédologie**

Le sable ne domine pas dans le Sahara, les sols désertiques sont surtout pierreux. Les sols argileux couvrent une grande partie des déserts. La surface d'un sol argileux se dessèche très rapidement après une pluie (D.S.A Ghardaïa, 2004).

Au niveau de la région de Ghardaïa, les sols sont squelettiques suite à l'action de l'érosion éolienne et souvent marqué par la présence en surface d'un abondant argileux, type « hamada ». Dans les dépressions, les sols sont plus riches grâce à l'accumulation des dépôts alluviaux. (Benhadid, 2010). Par ailleurs, le désert se présente sous des formes diversifiées :

### **II-5-1-Ergs**

Ce sont des étendus massifs de dunes véritable mer de sable ou les dunes pouvant atteindre une hauteur de 200 m.

### **II-5-2-Regs**

Il s'agit de plaines caillouteuses qui courent vers l'horizon sans que le moindre relief vienne accrocher le regard. La vie y est pratiquement inexistante. La nature du sol et le climat jouent un rôle primordial dans la désertification. La température des déserts n'est donc qu'un phénomène secondaire.

### **II-5-3-Hamada**

Le paysage est caractérisé par une vaste étendue pierreuse où affleure une roche nue de couleur brune et noirâtre. Ce plateau a été masqué par la forte érosion fluviale du début du quaternaire qui a découpé dans sa partie Sud des buttes à sommets plats et a façonné des vallées. L'ensemble se nomme la CHEBKA «Filet» à cause de l'enchevêtrement de ses vallées. L'Oued M'Zab traverse ce filet de 38.000 km<sup>2</sup> du Nord-Ouest vers le Sud-est. (D.P.A.T. Ghardaïa, 2009). Par ailleurs, l'altitude varie entre **300** et **800** mètres.

## **II-6-Aspect géologique**

La wilaya de Ghardaïa est située aux bordures occidentales du bassin sédimentaire secondaire du Sahara, sur un grand plateau subhorizontal de massifs calcaires d'âge



Turonien appelé couramment 'la dorsale du M'Zab'. L'épaisseur de ces massifs calcaires recoupés par les sondages est de l'ordre de 110 mètres. Sous les calcaires turoniens on recoupe une couche imperméable de 220 mètres formée d'argile verte et de marne riche en gypse et en anhydrite. Elle est attribuée au Cénomaniens. L'étage de l'Albien est représenté par une masse importante de sables fins de grès et d'argiles vertes. Elle abrite des ressources hydrauliques considérables, l'épaisseur est de l'ordre de 300 mètres. Les alluvions quaternaires formées de sables, galets et argiles tapissent le fond des vallées des oueds de la dorsale, d'une épaisseur de 20 à 35 mètres (A.N.R.H, 2007).

### **II-6-1-Description litho stratigraphique**

La zone d'étude présente à l'affleurement une succession de formations géologiques allant du Cénomaniens au Mio-pliocène continental. Le Quaternaire correspond au dépôt de recouvrement alluvionnaire de la plus part des vallées des oueds de la dorsale du M'Zab. Mise à part les affleurements localisés sur le plateau de Tademaït et de Tinrherth au Sud, et le versant occidental de la dorsale du M'Zab, le bassin du bas-Sahara à géologie assez simple, ses traits géologiques en détail ne sont connus que grâce aux sondages profonds de recherche et de prospection des hydrocarbures (Ouled sidi Amor, 2016).

#### **Crétacé**

Cette formation qui caractérise une grande partie de la région de la CHEBKA du M'Zab, est constituée d'une double dalle calcaire.

#### **Albien**

Recoupé par les sondages sur une épaisseur de 500 mètres (figure 13), il représente une grande importance hydraulique pour la région. Il est composé de sables fins à moyens jaunâtres parfois rougeâtres à rose. Des intercalations d'argiles verdâtres à vertes sont fréquentés.

#### **Cénomaniens.**

Cet étage présente un faciès argileux, formé essentiellement par des argiles vertes, grises et noirâtres, plus ou moins plastique à couches lenticulaires. Des minces intercalations de couches calcaires et des intercalations plus importantes de gypses massifs fibreux blancs et de l'anhydrite (figure.13).Des argiles bariolées (marron, verte et rouge) prédominent dans la partie basale du Cénomaniens, L'épaisseur moyenne du Cénomaniens dans la région du M'Zab est de 230mètres.

**Turonien**

Constitue le plateau rocheux de la dorsale du M'Zab (110m) parsemé par de nombreux oueds. Il est composé d'assises calcaires et calcaires dolomitiques massifs à patine ocre, souvent fossilifères ; avec de nombreux nodules de silex. On note aussi des structures d'endokarst fossiles, occasionnant des pertes totales ou partielles de la boue lors de l'exécution des sondages hydrauliques (Figure.13).

**Sénonien**

Le Sénonien affleure partout sur les bordures Est et Nord de la Chebka. Il est représenté par un Sénonien à assises marines ou lagunaire avec une alternance de calcaire et marnes dolomitisées, argiles gypsifères et gypse (O.R.G.M, 1999).

**Mio-pliocène (Pontien)**

Formé de dépôt de sables rouge plus moins consolidés. Grès dur à tendre rose, à lits argileux. Sur les sondages exécutés à l'Est du M'Zab (Guerrara), il est recoupé sur une profondeur de 65 mètres (figure13).

**Pliocène continental**

Formé d'éléments rocheux de calcaires lacustres et poudingues au sein d'un ciment carbonaté, il compose la fameuse croute saharienne. Il entoure les formations marines carbonatées de la dorsale du M'Zab. L'épaisseur moyenne de la croute dans la région est de 5 mètres.

**Quaternaire.**

Dans la région du M'Zab le Quaternaire formé d'alluvions et de sables plus moins grossiers, argileux, remplissant les bas-fonds des vallées des oueds. De l'amont en aval, les épaisseurs variant entre 20 à 30 mètres. Les alluvions quaternaires, jouent d'important rôle hydrogéologique en abritant les inféro-flux de la plus part des oueds de la Chebkat M'Zab.

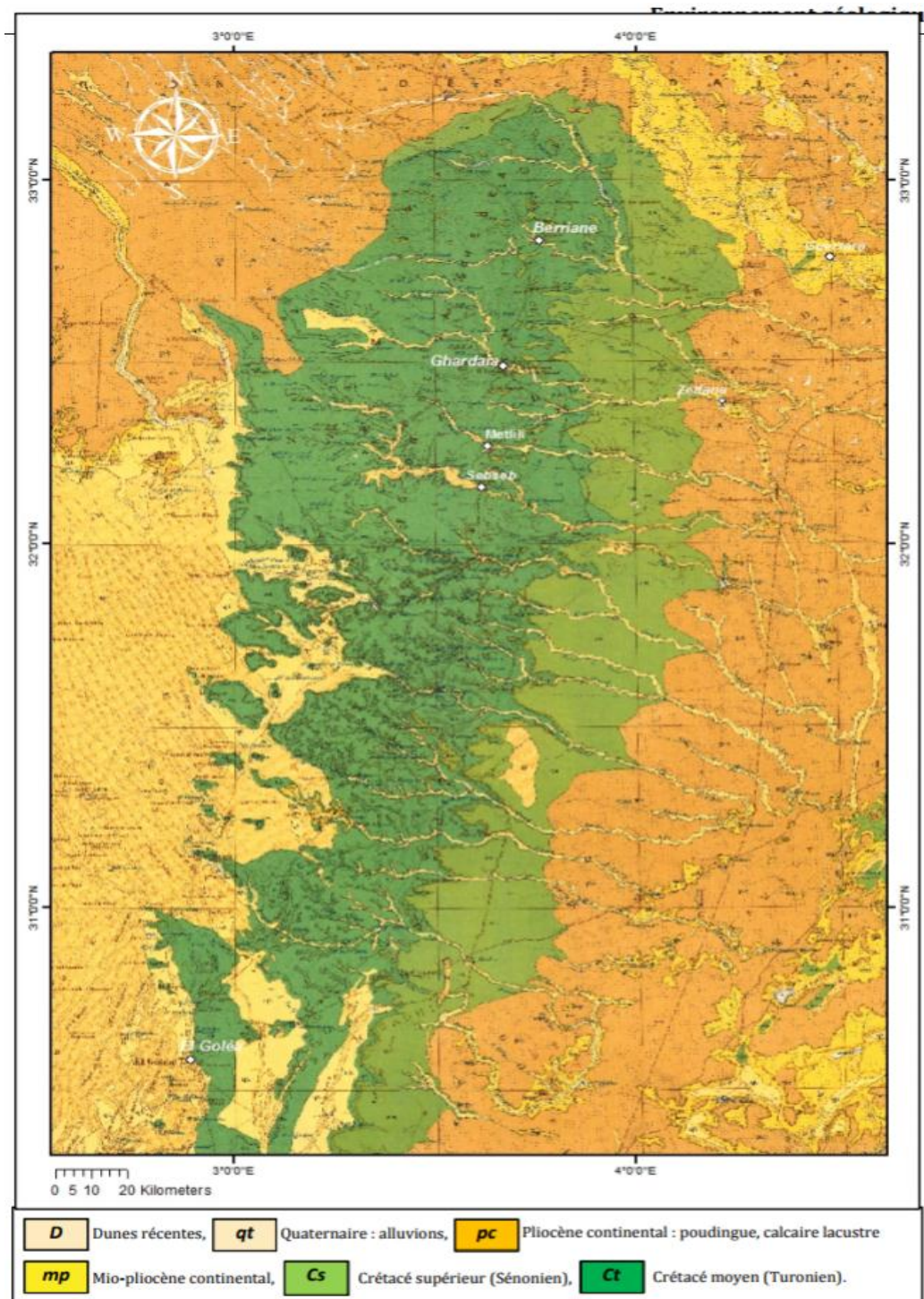


Fig13 : Carte géologique de la dorsal du M'Zab d'après G. Busson (1957-1965)

### II-7-Milieu écologique de région du Ghardaïa

Les principaux facteurs qui influent de manière significative sur la flore et la faune Sont le climat (Précipitation, température, luminosité...), le sol et l'altitude

### II-7-1-La flore de la région de Ghardaïa

La répartition des différentes espèces végétales est très irrégulière et elle est fonction de la nature des sols, leurs structures et le climat (Dajoz, 1983).

Dans la région de Ghardaïa, le couvert végétal est caractérisé par une diversité d'espèces arborescentes, arbustives et herbacées. En effet, l'espèce la plus dominante à CHEBKET M'Zab est le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*). Sous ces arbres ou au voisinage, sont établies des cultures fruitières et maraîchères (Tirichine, 2010). Des cultures fourragères et condimentaires sont aussi cultivées sous les palmiers. Elle constitue donc un microclimat et une source de nourriture pour une faune plus ou moins variée. D'après Ozenda (1983), Zergoun (1994) et Chehma(2006), la flore de M'Zab regroupe une gamme d'espèces partagées entre plusieurs familles.

-Dans les Ergs : *Aristidapungens* (Drin), *Retamaretam* (Rtem), *Calligonumcomosum*,

-Dans les Regs : *Haloxylonscoparium*, *Astragalus gombo*, *Caparisspinosa*,...ect

-Dans les lits d'Oueds et Dhayate : *Phoenix dactillifera*, *Pistachiaatlantica*, *Zyziphus lotus*... etc.

### II-7-2-La faune de la région du Ghardaïa

Sahara est caractérisée par une pauvreté de la faune à l'exception de certains sites géomorphologiques tels que les Oueds, les Oasis, les abords des lacs et les points d'eau. La faune du M'Zab se compose d'invertébrés et de vertébrés. Les invertébrés renferment des arachnides et insectes (Tirichine, 1992). Les vertébrés sont représentés par quatre classes notamment par celles des mammifères (Hérisson de désert, petite gerbille du sable...), et des oiseaux (Kaddi et Korichi, 1993). En effet, dans ces milieux oasiens un grand nombre d'oiseaux migrateurs hivernants et sédentaires trouvent que ce milieu est favorable pour s'installer (Benhadid, 2008).

- Les groupes d'arthropodes

-Insecta : *Forfiulidae*(*Forficulabucasi*),

*Eremiaphi*(*Eremiaphilareticulata*)et*Pamphagidae*(*Tuaregainsignis* .lucas. /*Acheta domestica*)

-Muriapoda : Chilopoda (*Scolopendidae**Otostigmusspinicaudus*.)

- Les groupes des mammifères, les reptiles

-Cheroptera : *Hipposideridae* (*Asellia tridents* *Geoffroy*)

-Carnivora : *Canidae* (*Fennecuszarda* *Zimmermann*) .*Vulpes riipelli**Schinz*.

-Reptila :*Squamata*(*Agamidae*),*Ophidia*(*Viperdae*)



## II -8-Situation hydrologique

Les eaux de surface dans la Wilaya de Ghardaïa sont rares, comme dans toutes les régions sahariennes. (Achour et al, 2010 ; Djoudi et Rafa, 2009) .Les écoulements sont sporadiques, ils se manifestent à la suite d'averses orageuses qui connaît la région (Dubief, 1963).

### II-8-1-Bassin versant du M'Zab

Le bassin versant du M'Zab jusqu'à El Atteuf, présente une superficie de 1573 Km<sup>2</sup>. Il a été distingué 23 sous-bassins élémentaires (aux alentours de Ghardaïa depuis Daïa Ben Dhahoua jusqu'à El Atteuf, et l'ensemble de l'Oued M'Zab à El Atteuf) pouvant être combinés en de nombreux ensembles dont les grands bassins suivants : L'Oued Labiod à Dhayet Ben Dhahoua, l'Oued Lhadhira à Dhayet Ben Dhahoua, regroupés à leur confluence en l'Oued M'Zab à Dhayet Ben Dhahoua (Mellak, 2009).

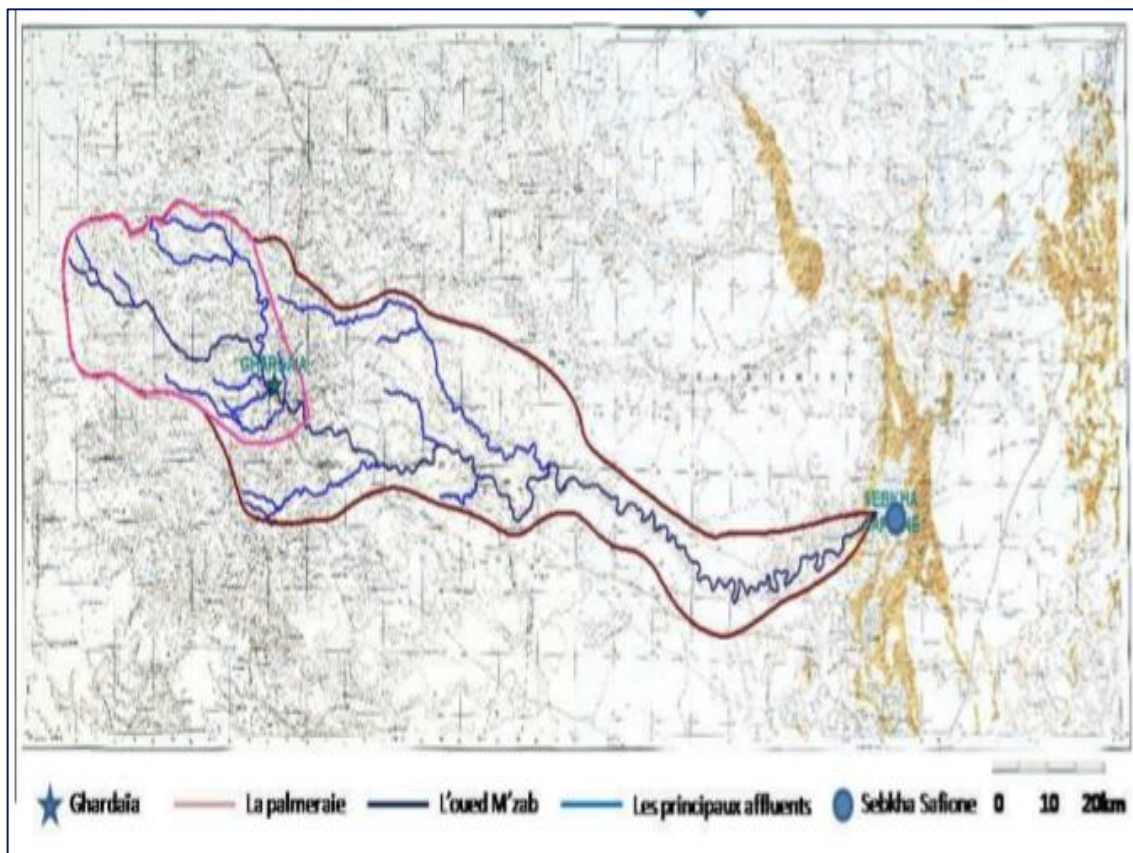


Fig14:bassins versants de l'Oued M'Zab jusqu'à El Atteuf (B.G. et E.N.H.P.C, 1996).

## II-8-2-Description de l'Oued M'Zab

L'Oued M'Zab s'étend sur une longueur de 320 km et coule de l'Ouest à l'Est ; de la région d'El BotmaRouila située à 750 mètres d'altitude où il est appelé Oued Labiodh ; et il se déverse dans son exutoire naturel qui est la sebkha Safioune au Nord de la ville de Ouargla à une altitude de 107 mètres. (Ouled Sidi Omar, 2016).

Les principaux affluents du M'Zab sont :

- En amont de Ghardaïa sur la rive gauche, Oued El-Haimeur (dans la Daïa BenDahoua), sur la rive droite: Oued Touzouz qui rejoint le M'Zab immédiatement en amont de la palmeraie de Ghardaïa ;
- En aval de Ghardaïa, nous rencontrons au Sud de Béni-Isguen, l'Oued N'Tissa qui traverse la palmeraie de cette dernière. A quelques centaines de mètres en aval de Béni-Isguen, nous rencontrons l'Oued Azouil dont le lit est occupé par les Jardins de Bounoura.
- Tout à fait en aval de la pentapole mozabite nous rencontrons sur la rive droite oued Noumérat, sur celle de la gauche légèrement en amont de Zelfana, l'Oued Nessaimou.
- En fin très en aval de l'oasis de Zelfana, nous avons l'Oued Hassei.
- Les écoulements d'Oued M'Zab sont perturbés au niveau des villes mozabites par une série de barrages. Ils font partie du système hydraulique mozabite qui a pour but:
- De collecter les eaux qui ruissellent accidentellement sur les pentes abruptes qui bordent les palmeraies ;
- De dériver dans les jardins une partie des écoulements accidentels au moyen des barrages de dérivations et de canaux distributeurs ; D'arrêter l'eau et de lui permettre à s'étaler par des barrages de retenue et au même temps remplit- les puits qui vont alimenter la nappe superficielle.
- La région de Ghardaïa est jalonnée par un grand réseau d'oueds dont les principaux sont : oued Sebseb, oued Metlili, oued M'Zab, oued N'sa et oued Zegrir.
- L'ensemble de ces oueds constitue le bassin versant de la dorsale du M'Zab, ils drainent en grande partie les eaux de la dorsale de l'Ouest vers l'Est, leur écoulement sont sporadiques, ils se manifestent à la suite des averses orageuses qui connaît la région. Les ressources hydrauliques de la Wilaya sont essentiellement souterraines.
- Les ressources en eaux de surface proviennent généralement des crues importantes de l'Oued M'Zab inondant la région de Ghardaïa. Ces crues sont générées par les averses sur la région de Laghouat – Ghardaïa.

## **II-9-Caractéristiques hydrogéologiques**

Les principales ressources en eau de la wilaya sont d'origine souterraine. Elles sont contenues dans deux types d'aquifères ; les nappes phréatiques superficielles d'infère flux (phréatique), et la nappe profonde captive du continental Intercalaire dite Albien (A.N.R.H, 2010).

### **II -9-1-Nappe phréatique**

La nappe phréatique est un aquifère superficiel dont les eaux sont Généralement exploitées par des puits. Elle est alimentée par les pluies et surtout par les crues. La nappe phréatique de Ghardaïa, a été la ressource hydrique qui a permis aux anciennes populations de se maintenir dans la Chabka. Elle permet aussi l'alimentation des puits des parcours, qui assurent l'abreuvement des troupeaux et leurs possesseurs. Dans cette région, la nappe se trouve à des profondeurs considérables (de 10 à 50m et plus), contrairement à la partie orientale où elle affleure, causant parfois l'asphyxie de palmiers (A.N.R.H.2005).

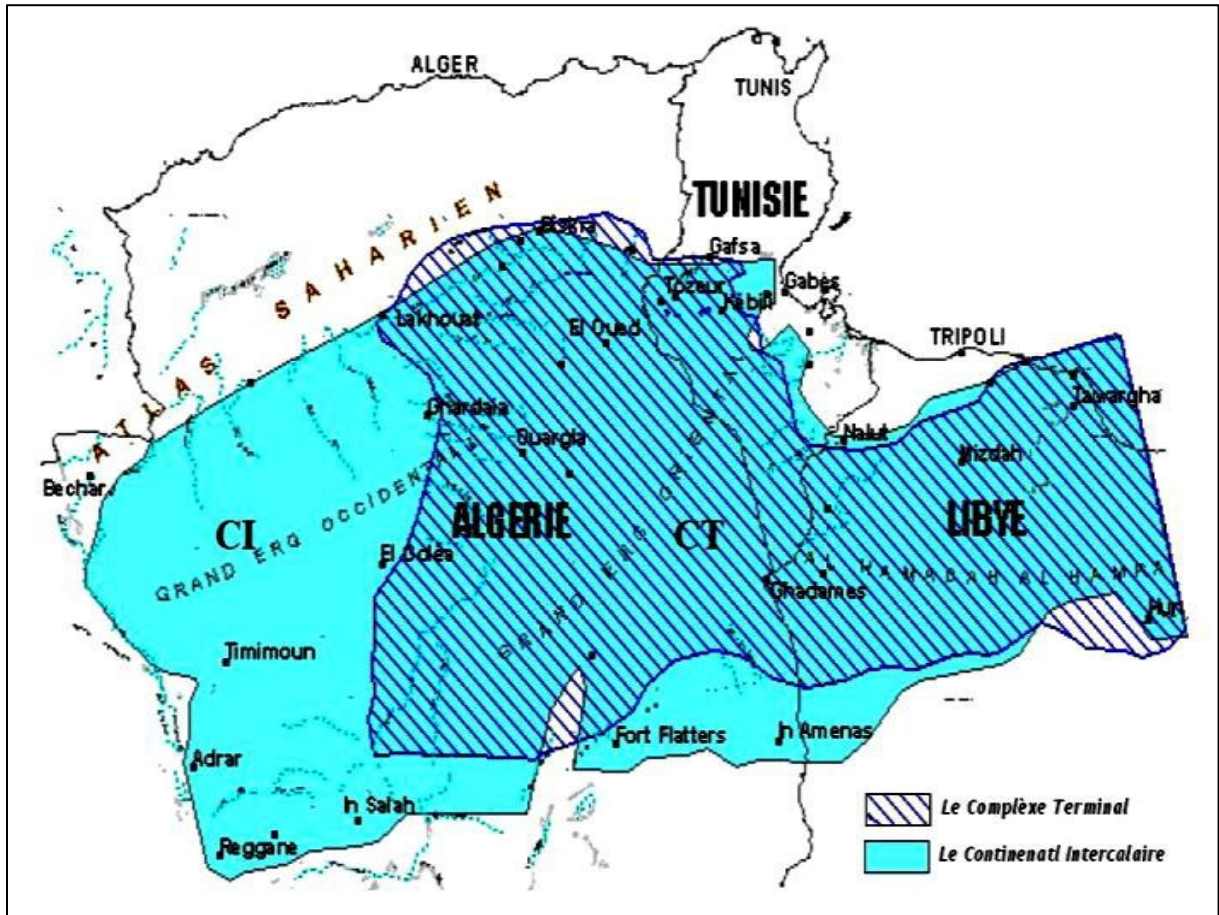
### **II-9-2-Complexe terminal (CT)**

Cette nappe n'a pas l'importance du continentale intercalaire (C.I.) ; elle n'en est pas moins présente. Dans tout le bas-Sahara où elle procure des ressources hydriques non négligeables notamment dans les Oasis de Ouargla, Oued Righ et Zibans. La région de Ghardaïa à cause de son altitude, ne bénéficie pas des eaux de cette nappe (Bensamoune, 2008).

### **II -9-3-Nappe du Continental Intercalaire**

Cette nappe couvre une surface de 600.000 m<sup>2</sup> et renferme 50000 milliards de m<sup>3</sup> en réserve. Elle occupe la totalité du Sahara septentrional algérien, et se prolonge dans le sud de la Tunisie et le Nord de la Libye. Selon l'A.N.R.H. de Ghardaïa (2005), le premier ouvrage qui exploite la nappe albienne dans la région de Ghardaïa date du 01/05/1891 situé dans la vallée d'El Meniaa ; il s'agit du forage de Bel-Aïd, il avait 55,15 m de profondeur, il a été bouché en 1949 suite à la détérioration de son équipement. Dans la région de Ghardaïa, cette profondeur augmente, en allant du Sud vers le Nord ; elle est d'environ 250 m à HassiFhel, 350 m à Mansoura, 400 m à 500 m dans la vallée du M'Zab et autour de 900 m et plus à Guerrara et Zelfana. Cette nappe couvre l'ensemble du territoire de la région ; l'artesianisme est rencontré à Guerrara, Zelfana, Mansoura, et HassiFhel .Tandis que dans la vallée du M'Zab, Berriane, Metlili, et Sebseb l'eau est pompée.

Le nombre de forages réalisés dans la wilaya de Ghardaïa est de 345 en 2005. Exploitée par pompage à des profondeurs importantes, dépassant parfois les 120 m Ghardaïa, Metlili, Berriane et certaines région d'El-Menia) (A.N.R.H, 2007). Dans la zone Berriane, objet de notre étude les ressources en eau de cette région sont : la nappe du Continental Intercalaire(Albien).



**Fig15: Situation géographique des deux nappes aquifères le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal (Helal et Ourihane, 2003)**

### II -9-3-1-Structure du complexe continental (CI) dans la région du M'Zab

Le Continental intercalaire dans la région du M'Zab est composé de sables fins et de grés jaunâtres à gris à intercalations d'argiles. Cette masse gréso-sableuse est aquifère, dont l'Albien est l'étage qui est capté et exploité avec succès par plusieurs forages dans tout le territoire de la wilaya de Ghardaïa. La profondeur du toit de l'aquifère varie selon la région, il est entre 80 et 150 mètres au sud de la wilaya dans la région d'El Meniaa, par contre à l'Est le toit n'est atteint qu'à partir de la profondeur de 650 à 700 mètres (région de Zelfana et Guerrara). Dans la vallée du M'Zab le toit de l'aquifère albien est atteint à la cote de 290 à 300 mètres. L'ensemble des forages exploitants l'aquifère dans la vallée ont une profondeur moyenne de 500 mètres. L'hydrodynamisme de la nappe varie selon l'altitude de la zone d'une part et l'épaisseur des formations sus-jacentes formant



le toit de cette dernière d'autre part. La nappe est artésienne jaillissante admettant des pressions en tête des ouvrages de captage variant entre 0,5 à 4 bars dans les régions Sud et Est du territoire de la wilaya. Par contre à l'Ouest et au nord la nappe est exploitée par pompage. Dans la vallée du M'Zab la nappe albienne est exploitée par pompage à des profondeurs variant entre 100 à 150 mètres en amont et 80 à 50 mètres en aval. (Ouled sidi Amor, 2016)

### II -9-3-2-Exploitation du CI dans la vallée du M'Zab.

Le premier forage profond exécuté dans la vallée du M'Zab date de 1938, et depuis le nombre de forages n'a cessé d'augmenter. Selon l'inventaire de ANRH (2011), on compte actuellement plus de 59 forages exploitant la nappe du CI dans la vallée du M'Zab avec un débit total de 24,90 hm<sup>3</sup>/an, dont 88% est destiné pour l'alimentation en eau potable de la population de la vallée, soit un volume d'eau mobilisée de 21,90 millions de m<sup>3</sup> par an par le biais de 39 forages. Le secteur agricole totalise un volume d'eau exploité de 3 millions de m<sup>3</sup> par an, soit 12% du volume total extrait de la nappe du CI dans la vallée.

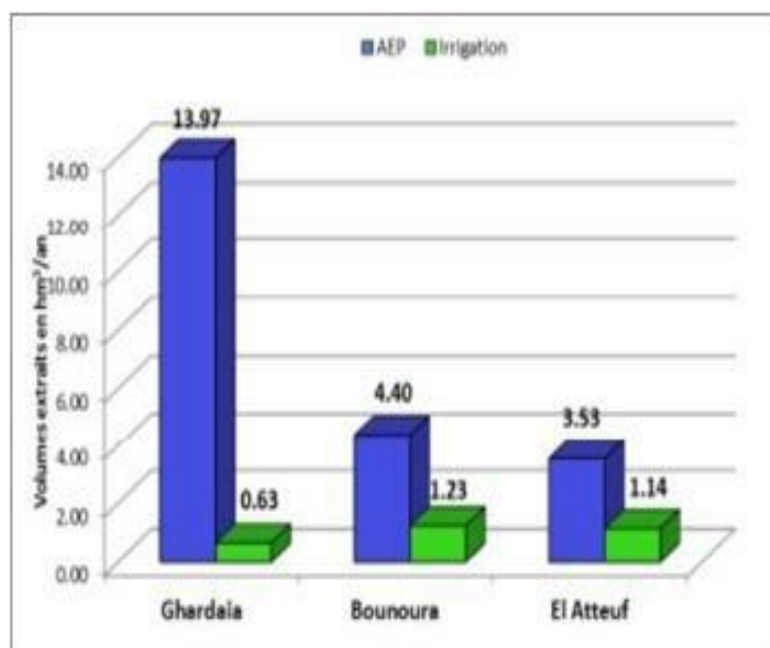


Fig16: Exploitation de la nappe albienne dans la vallée du M'Zab par usage.

### II-10-Présentation de la commune de Berriane

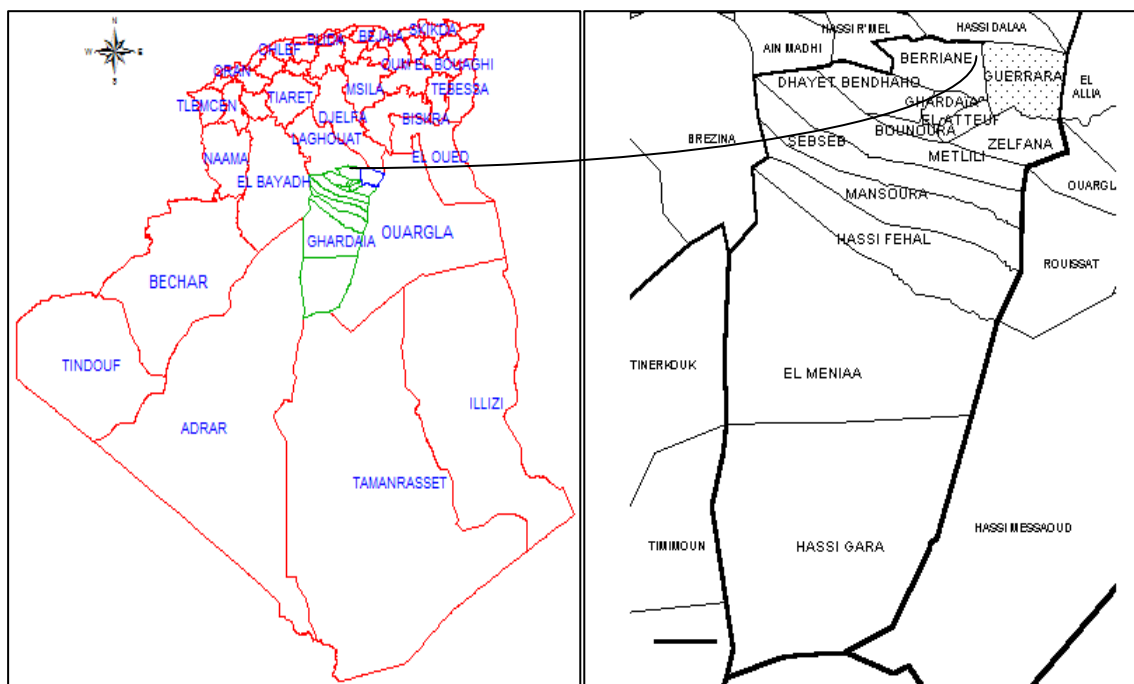
La Commune de Berriane occupe une place stratégique au nord de la wilaya de Ghardaïa, distancé de 43 km, et par sa proximité de l'un des plus importants pôles industriels et économiques du pays :

"HASSI R'MEL" qui se trouve à 50 km. La commune est traversée de bout en bout par la route nationale n°1 qui reliant le nord au sud du pays, et le chemin de wilaya n°33 vers l'Est.

Ces limites communales sont :

- Au Nord par la commune de HASSI DELLA
- Au Sud la commune de DAYA BEN DAHOUA et EL ATTEUF et GHARDAIA.
- A l'Est par la commune de GUERRARA.
- A l'Ouest par la commune de HASSI R'MAL.

Berriane a connu ces derniers temps une évolution très rapide en matière de population Elle couvre une superficie de 2.609,80 Km<sup>2</sup> et l'une des communes les plus peuplées de la wilaya abrite une population de 31.300 habitants (D.P.A.T, 2008). (Figure17)



**Fig.17: Localisation géographique de la région de Berriane.**

### II-10-1-Ressource de l'eau

Les ressources en eaux de la commune Berriane sont essentiellement souterraines et eaux surface, Actuellement on utilise, sans compter les réserves d'eau fossile situées dans la couche géologique du continent intercalaire (nappe albienne)et l'alimentation en eau s'effectue par des forages de profondeur variable de 350 à 500 mètres puisant l'eau fossile de la nappe albienne (Continental intercalaire) dont les réserves sont estimées à 15.000 milliards m<sup>3</sup>(A.N.R.H ,2007).

Les ressources en eaux de surface proviennent généralement des crues importantes dès l'Oueds alimentent les nappes inféro-flux et irriguent les palmeraies par des digues. Et les ressources en eaux souterraines ont pour l'origine deux nappes principales.

-Nappe du complexe terminal (C.T).

-Nappe du continental intercalaire (C.I).

### II-10-2-Les forages et les réservoirs

La ville de Berriane est alimentée par neuf (09) forages dont (02) forages mixtes et (01) forage agricole (destiné à l'irrigation), il est alimentée par 13 réservoirs.

**Tableau02: les forages et les réservoirs de la ville de Berriane (ADE, 2016)**

Les forages	Les réservoirs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forage CHEIGH AMEUR 1</li> <li>- Forage CHEIGH AMEUR 2</li> <li style="padding-left: 20px;">- Forage BASSA mixte</li> <li style="padding-left: 20px;">- Forage ELMADAGH</li> <li>- Forage EL-MEDAGH ESGHIR EXTENSION (NOUVEAU) non exploite</li> <li style="padding-left: 20px;">- Forage BAMED OULHADJ mixte</li> <li style="padding-left: 40px;">- Forage BABA SAAD</li> <li style="padding-left: 20px;">- Forage BALLOUH 1 (agricole).</li> <li>- Forage du BALLOUH 2 (NOUVEAU) non exploite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réservoir CHEIGH AMEUR 2, forme rectangulaire (2x2000m<sup>3</sup>).</li> <li>- Réservoir CHEIGH AMEUR 2, forme circulaire (1500m<sup>3</sup>).</li> <li>- Réservoir BASSA (mixte : l'irrigation + urbain), forme rectangulaire (2*750m<sup>3</sup>).</li> <li style="padding-left: 20px;">- Réservoir surélevé BASSA, forme rectangulaire (80m<sup>3</sup>).</li> <li>- Réservoir BAHMED OULHADJ (mixte : l'irrigation + urbain), forme rectangulaire (2*750m<sup>3</sup>).</li> <li>- Réservoir surélevé BALLOUH 2. (300m<sup>3</sup>).</li> <li>- Réservoir BABA SAAD, forme rectangulaire (2*750m<sup>3</sup>).</li> <li style="padding-left: 20px;">- Réservoir surélevé HOPITAL, forme circulaire (300m<sup>3</sup>).</li> <li>- Réservoir ELMADAGH, forme rectangulaire (2*750m<sup>3</sup>).</li> <li style="padding-left: 20px;">- Réservoir surélevé GHI, forme circulaire (300m<sup>3</sup>).</li> <li style="padding-left: 20px;">- Réservoir BALLOUH 1 (agricole), forme rectangulaire (750m<sup>3</sup>).</li> <li>- Un réservoir surélevé de 40m<sup>3</sup> à côté du R300 hôpital (en arrêt).</li> <li>- Un réservoir surélevé de ksar 40m<sup>3</sup> (en arrêt).</li> </ul>

### II-10-3-Système hydraulique ancestral de Berriane

L'oasis de Berriane, la plus septentrionale du M'Zab, fondée en 1690, se trouve placée au confluent de l'Oued Soudan avec l'Oued Balouh à 45 km de Ghardaïa. Les jardins de Berriane sont, sans contredit, les mieux favorisés de toute la confédération au point de vue des irrigations fluviales. Ils ont rarement à souffrir de la sécheresse. Les puits peu profonds sont très abondants et l'eau y est excellente. L'Oasis est irriguée par quatre Oueds ou rivières « Oued Soudane, Oued Zergui, Oued Ballouh et Oued Lemmada ». Oued Soudane est partagé en trois seguias principales, et les eaux de Oued Zergui se subdivisent en deux Seguias aussi, Les eaux de Oued Ballouh se répartissent en trois seguias, chacune de ces seguias arrose et remplit les puits d'une partie bien déterminée de l'oasis (Guemari, 2009).

**Tableau03: Système hydraulique ancestral de Berriane (Félins, 1909)**

L'oued	les seguias	Présentation
Oued Soudan	La seguia El Ouesta	il existe sur son parcours 48 prises d'une largeur de 45 centimètres. La hauteur de chaque prise va en augmentant d'un centimètre, jusqu'à la dernière, de telle sorte que la hauteur de la 48ième prise sera de 53 centimètres.
	La seguia El Kerem	sur son parcours, 50 prises ayant toutes une largeur uniforme 40 centimètres Quant à la hauteur, elle est de 6 centimètres pour la première prise. La hauteur des autres prises augmente d'un centimètre en même temps qu'elles s'éloignent de la seguia.
	La seguia El Baten	le nombre de prises existant sur son parcours est de 88, ayant chacune 50 centimètres de largeur. La première prise à une hauteur de 8 centimètres les autres prises ont, progressivement, droit à une augmentation d'un centimètre.
Oued Zergui	La seguia El Djoufia (septentrionale)	cette seguia a un réseau de 33 prises de 50 centimètres de largeur. La hauteur est variable, elle commence par 10 centimètres et augmente d'un centimètre par prise
	La seguia El Gueblia (méridionale)	Il comprend 15 prises de 45 centimètres de largeur, sur 25 centimètres de hauteur, sans augmentation.

Oued Balouh	La seguia Taht El Ksar	comprend 110 prises de 35 centimètres de large. La hauteur de la première prise est de 5 centimètres, celle des autres augmente progressivement d'un centimètre.
	La seguia Gherbia (occidentale)	comprend pas moins de 170 prises de 30 centimètres de largeur, sur 2 centimètres et demi de hauteur pour la première. La hauteur des autres prises augmente progressivement d'un centimètre.
	La seguia Cherguia (orientale)	est grevée de 22 prises de 50 centimètres de largeur, sur 11 centimètres de hauteur, avec progression d'un centimètre par prise, en ce qui concerne la hauteur
Oued Lemada	-L'Oued Lemada forme une seguia unique portant cette même dénomination de Lemada. - Elle comprend 138 prises de 40 centimètres de large. La hauteur de chaque prise va en augmentant progressivement d'un centimètre de 9 centimètres pour la première	

#### II-10-4-Description lithologique d'un sondage

L'étude du coupe géologique du forage profond situé en amont de la vallée de M'Zab, nous donne les éléments suivants :

-Le Turonien : de 1 à 30 mètres. Calcaire grisâtre à blanc massif, Marne jaune à calcaire à la base.

-Le Cénomaniens : de 30 à 290 mètres. Il s'agit d'argiles verdâtres grises, brunes, parfois noirâtres. Compactes et bariolée à gypses vitreux, argiles grisâtres claires sableuses à la base.

-L'Albien : A partir de 290 mètres. Sables bruns moyen à fin argileux, sables jaunes à grès, argiles grises sableuses, à vertes, sables fins bruns et roses, argiles grises sableuses, sables fins brun argileux, grès rose et brun à ciment argileux, sables à argiles rouge, sables fins roses gréseux, grès rouge, argile rouge plastique à la base.

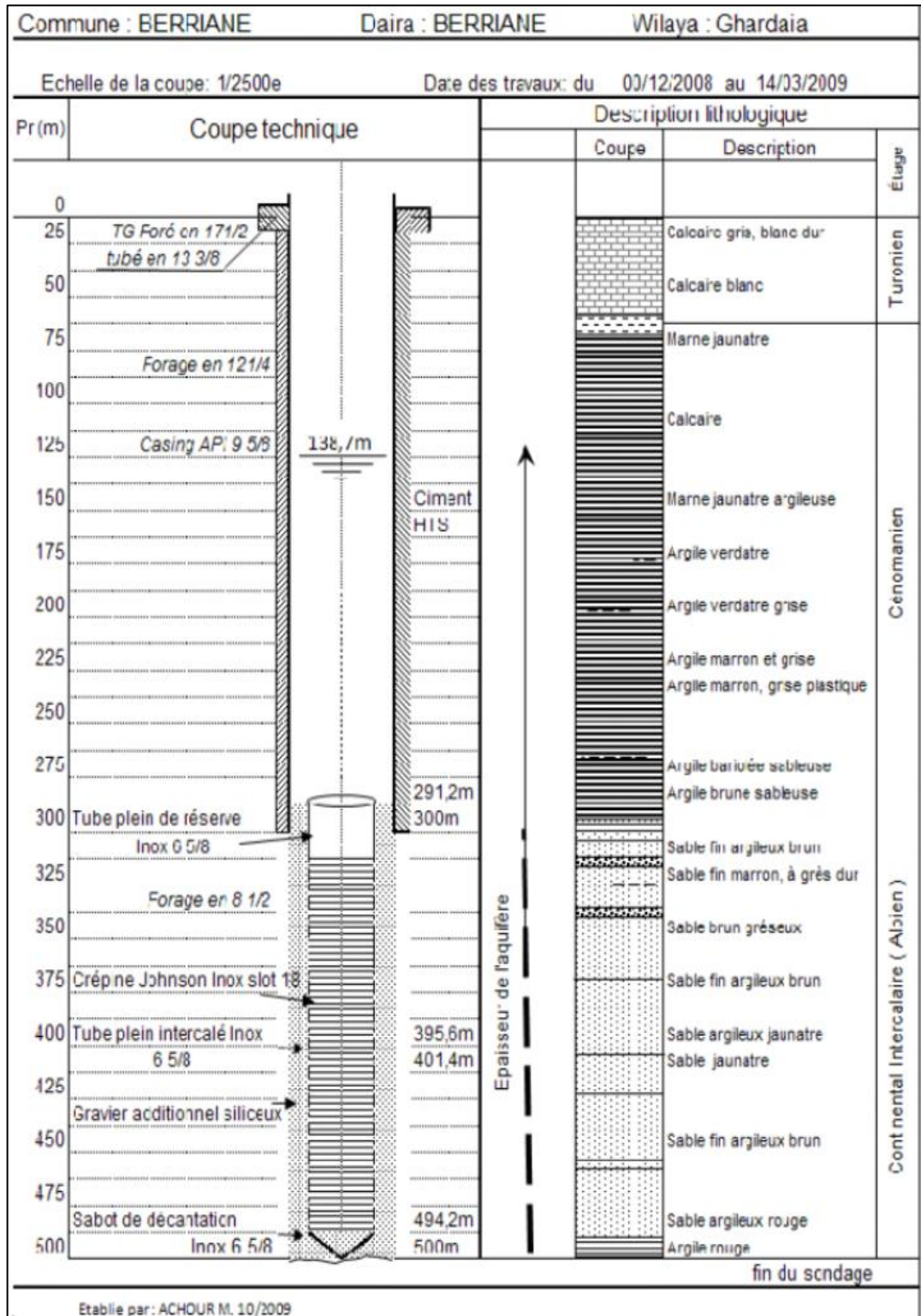


Fig18 : Coupe lithologique et technique du forage dans région de Berriane (ANRH.2009).

# **Chapitre III**

## **Matériel et Méthodes**

### III-1-Introduction

Dans ce chapitre nous étudions les caractéristiques physiques et chimiques de l'eau. L'interprétation des résultats des analyses des eaux de l'aquifère nous permet de déterminer l'origine de ces eaux et de détecter une éventuelle contamination ou les concentrations élevées. Pour atteindre cet objectif, nous avons étudié l'évolution des paramètres physico-chimiques, et déterminé le faciès chimique des eaux de forage. Enfin nous avons classé la qualité des eaux après comparaison avec les normes OMS et algérienne, afin de trouver le moyen le plus adéquat pour la potabilisation des eaux de forage de Berriane (Ghardaïa).

### III-2-Choix de la région d'étude

Le choix de la région d'étude est basé sur plusieurs critères les plus importants sont :

- La présence de l'eau qui est un facteur limitant de la vie et toutes les activités de l'habitant dans notre région étude.
- La présence des exploitations d'alimentation en eau potable.
- Rarement d'étude sur la qualité de l'eau de la nappe souterraine dans cette région.

### III-3-Analyse de l'eau

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques de l'eau de la source : source Berriane.

Les analyses physicochimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de l'ADE de Ghardaïa.

L'étude de qualité de l'eau de source comporte trois étapes :

- Prélèvement, échantillonnage
- Analyse
- Interprétation

### III-4-Échantillonnage et modes de prélèvements

Les sites où ont lieu les prélèvements des échantillons d'eau sont au nombre de trois et sont situés dans la zone d'étude (Berriane) comme mentionné dans la figure 1. Pour réaliser cet échantillonnage, on a utilisé des flacons jetables en matière plastique. Le flacon est débouché au moment de la prise, une fois rempli, il est rebouché, étiqueté et conservé à 4°C. Les analyses des échantillons d'eau prélevés ont été réalisées ont lieu dans un délai maximal de 24 heures. La date, l'heure et lieu de prélèvement sont relevés sur site. Trois compagnes de



prélèvements sont réalisées durant toute la période d'étude soient les mois Novembre 2017, Février et Mars 2018, chaque mois représente une saison (Automne, Hiver, Printemps) a raison d'un prélèvement a différent condition climatique. Les paramètres physico-chimiques de l'eau, ont été déterminés au laboratoire du center ADE de Ghardaïa.

**III-4-1-Echantillonnage**

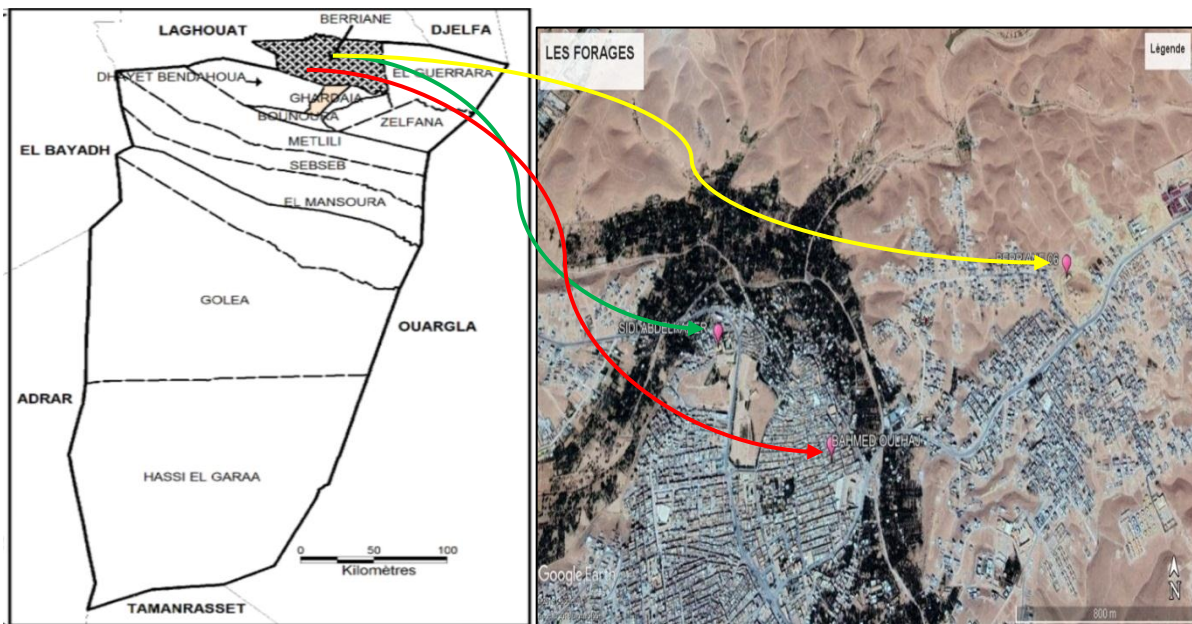
L'échantillon doit être représentatif de la masse d'eau considérée sans aucune altération entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse (Aouissi, 2009).

**III-4-1-1-Zone d'échantillonnage**

Il s'agit de trois forages d'utilisation urbaine et agricole ; les tableaux ci-dessus présentent quelques informations sur ces forages

**Tableau 04 : caractéristiques générales sur le lieu d'échantillons d'eau**

commune	Exploitant gestionnaire	Nom de forage	nappe	coordonnées			profondeur Mur(m)
				x	y	z	
Berriane	EPE	Berriane 6	Albienne	03 46 50	32 49 57	573	500
Berriane	EPE	Bahmed-Ouelhaj	Albienne	03 45 10	32 49 52	534	487
Berriane	EPE	Sidi Abdkader	Albienne	03 45 34	32 50 03	530	444



**Fig.19 : Situation géographique de Berriane et localisation des sites des prélèvements**

(Google Erthe, 2018)

### III-5-Méthodes d'analyses physicochimiques

La caractérisation des eaux souterraines concerne essentiellement l'analyse des paramètres de base (pH, température, conductivité), des ions majeurs et d'éventuels éléments traces. La conductivité, la température et le pH permettent de définir les caractéristiques fondamentales de l'eau.

#### A-Paramètre physicochimiques

#### III-5-1-Paramètres physique

##### III-5-1-1-La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels est impliquée dans la conductivité électrique ainsi la détermination du pH .....Etc. (Rodier, 2005). Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur (OMS., 1994). Par contre une température inférieure à 10°C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux. (Rodier, 2005). La mesure de la température est effectuée sur le terrain à l'aide d'un thermomètre portatif. La lecture est faite après une immersion de 10 minutes. La température exprimée en degré Celsius (C°). En rapport avec les normes de potabilités de l'eau fixées par l'OMS (1994), l'eau est : excellente lorsque la température varie entre 20 et 22°C.

##### III-5-1-2-Potentiel d'hydrogène « pH »

L'eau naturelle pure est neutre. Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité. Il est calculé à partir du nombre d'ions hydrogène présents. Le pH d'une solution aqueuse varie de 0 à 14 C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement. Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations, avec entrainement des éléments indésirables comme le plomb et le cuivre. (Rodier, 2005). Il est peut être déterminé par diverses méthodes d'analyse, telles que les indicateurs colorés, le papier-pH ou l'utilisation d'un pH-mètre (Rodier, 1996)

**Tableau 05 : Classifications des eaux d'après leur pH (Hakmi, 2002)**

<b>pH&lt;5</b>	Acidité forte: présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
<b>pH=7</b>	pH neutre
<b>7&lt;pH&lt;8</b>	Neutralité approchée: majorité des eaux de surface.
<b>5.5&lt;pH&lt;8</b>	Majorité des eaux souterraines
<b>pH&gt;8</b>	Alcalinité forte, évaporation intense

**Mode opératoire :**

- Allumer le pH-mètre
- En fait l'étalonnage de l'appareil
- Puis rince abondamment l'électrode avec l'eau distillée
- Tremper l'électrode dans le bécher
- Laisser stabiliser un moment
- Puis noter le pH



**Fig20 : Appareil de pH mètre (Type WTW modèle pH 320).**

**III-5-1-3 Conductivité**

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le Courant électrique, la conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (Rodier, 2005). La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre et ramené à la température de 25°C. L'unité de conductivité est exprimé par le micro-siemens par mètre ( $\mu$  S/cm) (Bensaha ,2015). Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation) La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre ( $\mu$  S/cm).

**Tableau 06: Classification des eaux selon la conductivité. (Rodier, 2005).**

Type d'eaux	Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{Cm}$ )
Eau pure	< 23
Eau douce peu minéralisée	100 à 200
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500
Eau très minéralisée	1000 à 2500

### ✓ Mode opératoire

- Allumer le conductimètre
- Rince plusieurs fois l'électrode avec de l'eau distillée
- Tremper l'électrode dans l'eau analysée
- Laisser stabiliser et en lire le résultat (le résultat est donné directement en microsièmes par centimètre)

**Fig. 21 : Conductivité mètre (Type WTW modèle LF 538)**

#### III-5-1-4- La salinité

La présence de sels dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximum de densité). D'autres (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière significative. Enfin certaines sont essentiellement déterminées par la quantité de sel dans l'eau (conductivité, pression osmotique). Le chlorure de sodium Na Cl n'est qu'un des très nombreux sels composant l'eau, pour la mesure de la salinité on utilise un multi-paramètre (Oulad sidi Omar, 2016). On fait les mesures avec la même méthode que la conductivité dans un seul appareil qui mesure à la fois : la conductivité, salinité.

### III-5-1-5-Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, algues, micro-organismes, etc. C'est un paramètre important dans le contrôle de la qualité des eaux (Rodier, 1984). La turbidité élevée de l'eau révèle la précipitation de fer, aluminium ou manganèse due à une oxydation dans le réseau (Jean, 2002). Les mesures de turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes (Rodier, 2005). La mesure est obtenue directement en NTU (Nephelome Tric Turbidity Unit). (Lanteigne, 2003).

**Tableau 07 : Classes de turbidité usuelles (NTU). (Hakmi, 2002).**

<b>NTU&lt;5</b>	Eau claire
<b>5&lt;NTU&lt;30</b>	Eau légèrement trouble
<b>NTU&gt;50</b>	Eau légèrement trouble

#### ✓ Mode opératoire

- Allumer l'appareil
- Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique
- Effectuer rapidement la mesure (il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure)
- Laisser stabiliser et en lire le résultat (la mesure est obtenue directement)



**Fig.22 : L'appareil turbidimètre (Type HACH modèle 2100P).**

### III-5-1-6-Minéralisation globale d'une eau (TDS)

La minéralisation est fonction de la géologie des terrains traversés. D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles. Les eaux très minéralisées, du fait de leur teneur en sodium, en calcium, en magnésium, en chlorures, en sulfates et en hydrogénocarbonates, semblent mieux contribuer à l'homéostasie de l'homme et surtout de l'enfant; cependant, elle peuvent poser des problèmes endocriniens très complexe (Aouissi, 2009). Une eau, dont la minéralisation est inférieure à 600 (mg/l), est généralement considérée comme bonne; au-delà de 1200 (mg/l) et elle devient sauf accoutumance assez désagréable (Rodier, 1996). Il a été déterminé à l'aide d'un conductimètre électrique, qui permet de mesurer également la salinité.

### III-5-2-Paramètre chimique

#### III-5-2-1-Paramètre gravimétrique

##### III-5-2-1-1-Sulfates ( $\text{SO}_4^{-2}$ )

La concentration en ions de sulfates des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/l, mais ce chiffre être largement dépassé et peut atteindre jusqu'à 300 mg/l dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est très élevé.

#### Principe

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum  $\text{BaCl}_2$

En présence de  $\text{BaCl}_2$  :  $\text{Ba Cl}_2 + \text{SO}_4^{-2} = \text{BaSO}_4 + 2 \text{cl}^-$

#### ✓ Mode Opératoire

- Peser les creusets avant l'utilisation et enregistré P0
- Prendre 100ml d'eau analysée
- Ajouter 5ml de HCL à 10%
- Porter les bécher sur un plaque chauffante jusqu'à l'ébullition de la solution
- Ajouter 20ml de chlorure de baryum  $\text{Ba Cl}_2$
- Agiter énergiquement
- On filtre avec papier filtrée



-Posée le papier filtrée dans creusets et séchée dans un four de 850°C

-Peser les creusets avec des papiers filtrés sèche et enregistré Pi

- La détermination du sulfate en mg/l est donnée par la formule suivante :

$$SO_4^{-2} = (P_0 - P_i) \times 4115.5$$

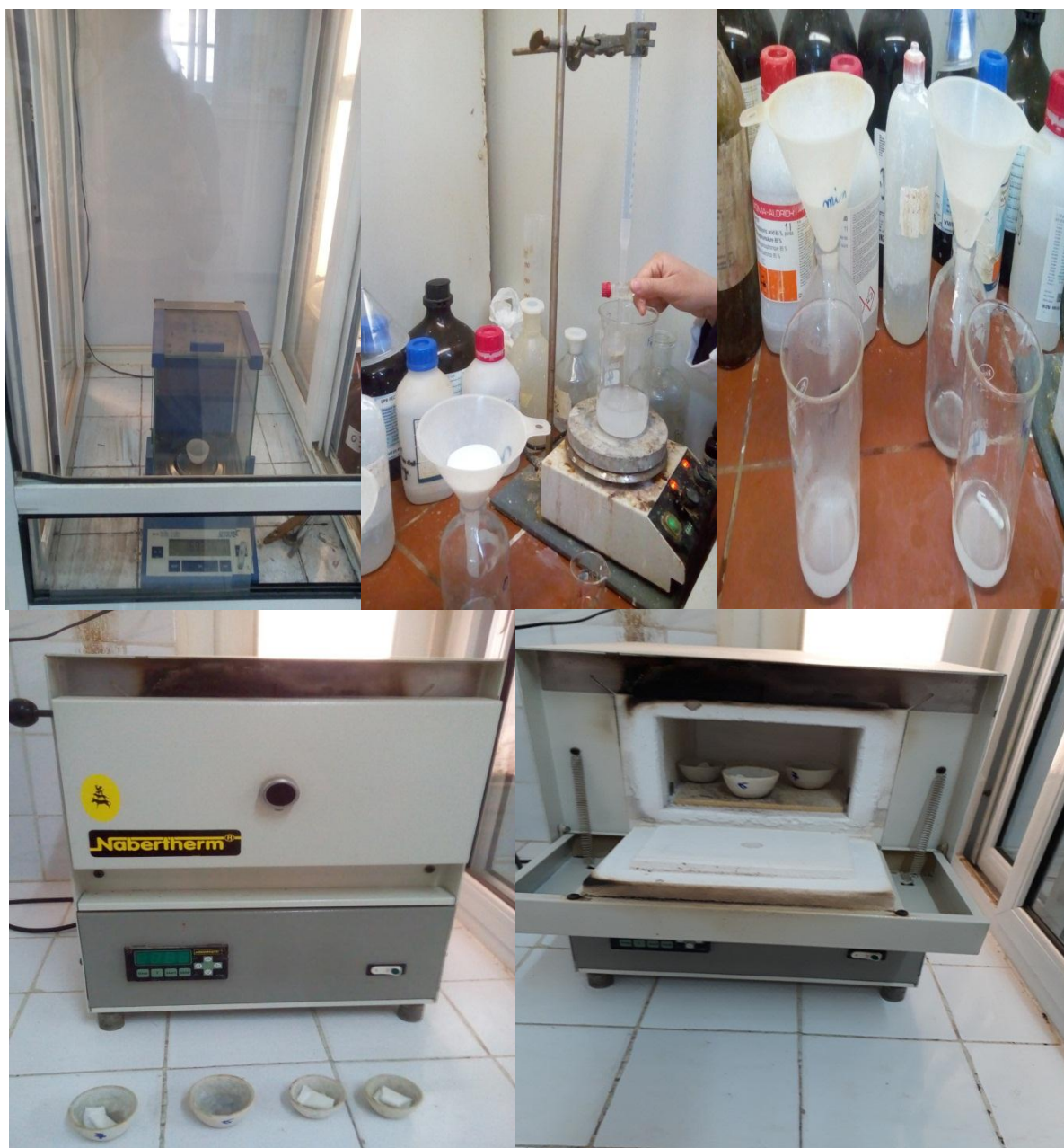


Fig.23 : matériels utilisé pour mesurer sulfate de l'eau analysée (Originale, 2018).

**III-5-2-1-2-Résidu sec**

Détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matière dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes. Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé. (ADE, 2016)

**Tableau 08: la potabilité en fonction des résidus sec (Rodier, 2005)**

Résidu sec (mg/L)	Potabilité
RS < 500	Bonne
500 < RS < 1000	Passable
3000 < RS < 4000	Mauvaise

**✓ Mode opératoire**

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincer avec de l'eau distillée et dessécher et peser P0
- Prélever 50ml d'eau à analyser.
- Porter cette dernière à bain maria à 105°C
- Porter à l'étuve à 105°C pendant 90min
- Laisser refroidir pendant ¼ heures au dessiccateur.
- Peser immédiatement et rapidement P1

**Expression des résultats**

$$C_{RS} \text{Mg/L} = (P1 - P0) * 20000$$

- **P0:** poids de capsule avant l'évaporation.
- **P1:** poids de capsule après l'évaporation.





Fig.24 : matériels utilisé pour mesurer résidu sec de l'eau analysée (Originale, 2018).

### III-5-2-2-Paramètre volumétrique

#### III-5-2-2-1-Dureté de l'eau (TH)

Dureté de l'eau est dite douce lorsqu'elle est peu chargée en calcium et en magnésium. la somme des deux constitue le titre hydrotimétrique. À l'inverse une eau sera dite dure (à TH 10). (Oulad Mbarek, 2016). La dureté d'une eau est due principalement à la présence de sels de calcium et de magnésium sous forme de bicarbonates, de sulfates et de chlorures. C'est donc la concentration en ions alcalino-terreux, que l'on mesure globalement par le titre hydrotimétrique TH. Bien que la

dureté soit provoquée par des cations, elle peut également être discutée en matière de carbonate (provisoire) et dureté (permanente) non carbonatée. (Mellak, 2009). En pratique la dureté totale est défini par  $(TH) = (Mg_2^+) + (Ca_2^+)$ .

Méthode titrimétrie à L'EDTA permet de doser la somme des ions calcium et magnésium (Rodier, 2005).

### ✓ Mode opératoire

- Prendre 25ml l'eau à analyser
- Ajouter 25ml d'eau distillée
- Ajouter 4ml solution tampon
- Ajouter une pince de mor de noire (indicateur coloré)
- Et titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (bleu)

$$[TH] = V \text{ EDTA} \times F \times 20$$

Avec :

- **[TH]** : concentration de la dureté totale en mg/l.
- **VEDTA**: volume de l'EDTA en ml.
- **F**: facteur de dilution



Fig.25 : solutions et matériel pour mesurée la dureté de l'eau (Originale, 2018).

### III-5-2-2-2-Alcalinité (TA et TAC)

L'alcalinité d'une eau correspond à sa capacité à réagir avec les ions hydrogène ( $H^+$ ) qui est due à la présence des ions hydrogénocarbonate ( $HCO_3^-$ ), carbonate ( $CO_3^{2-}$ ) et hydroxyde ( $OH^-$ ). Elle dépend aussi des rejets urbains (phosphates, ammoniacaux, matières organiques,...) ou industriels (apport basiques ou acides). Elle peut donner une indication sur le degré d'oxydation des composés organiques, et elle permet de connaître les concentrations en bicarbonates, carbonates et éventuellement en hydroxydes (bases fortes) contenus dans l'eau.

### Détermination de l'alcalinité totale et composite (TA et TAC)

#### ✓ Méthode Titrimétrie

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré. (Rodier, 2005).

#### ✓ Mode Opérateur

#### ✓ Alcalinité composite (TA)

Introduire à l'aide d'une pipette 100 ml d'eau à analyser dans un erlene Meyer et ajouter 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénophtaléine. Si aucune coloration rose n'est obtenue, considérer l'alcalinité composite comme nulle ou une coloration rose est obtenue, titrer avec l'acide sulfurique. Jusqu'à une disparition de la coloration (pH. 8,3). Noter le volume V ml d'acide versé (Rodier, 2005).

### Alcalinité totale TAC (Titre alcalimétrique complet)

#### ✓ Mode opératoire

- Prendre 50ml d'eau analysé
- Ajouter 50ml d'eau distillée
- Ajouter 3 goutte de produit vert de bromocrésole
- En titre avec H Cl jusque virage (rose clair)

$$C_{TAC} = V_{HCl} * F * 12.2$$

- V=volume de HCL d'équilibres

- F=facteur de dilution(2)



Fig.26 : solutions et matériel pour mesurée la TAC de l'eau (Originale, 2018) .

### III-5-2-2-3-Calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ )

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potable et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (terrain calcaire ou gypseux) (Rodier et al, 2009).L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de calcium (Rodier, 2005). Le calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilité, le seul Inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage. Par contre, les eaux douces peuvent entraîner des problèmes de corrosion des canalisations (Gaujour, 1995). La présence des ions de calcium dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles, soit la dissolution de formations gypseuses  $\text{CaSO}_4$  et la dissolution des formations carbonatées  $\text{CaCO}_3$  (Saadali, 2007).

#### ✓ Mode opératoire

- Prendre 25ml d'eau analysé
- Ajouter 25ml l'eau distillée
- Ajouter ml d'hydroxyde sodium Na OH
- Ajouter une pince de HSN (indicateur coloré)
- Et titre avec l'EDTA jusqu'au virage (bleu)

#### ✓ Méthode Titrimétrie à l'EDTA

A l'aide d'une pipette, introduire 50 ml d'eau à analyser dans une fiole conique de 250ml. Ajouter 3 ml de la solution d'hydroxyde de sodium et 2 à 3 gouttes de la solution de bleu d'ériochrome. La



solution doit se colorer en rouge foncé ou violet. Titrer immédiatement avec l'EDTA jusqu'au virage du violet au bleu.

### Expression des résultats

$$[\text{Ca}^{+2}] \text{ Mg/l} = V \text{ EDTA} \times F \times 8.016$$

Avec :

**V1** : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

**F** : nombre de dilution.



**Fig.27 : solutions et matériel pour mesurée le calcium de l'eau (Originale, 2018).**

### III-5-2-2-4-Magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ )

Le magnésium est l'un des éléments indispensables à la vie, jouant un rôle important dans la respiration, leurs origines sont naturelles (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle (industrie de la potasse de cellulose, brasserie). Ses origines sont comparables à celle du calcium, car il provient de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium (Magnésite et dolomites). (Rodier,1996). La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau (Aouissi, 2009)

#### ✓ Détermination de $\text{Mg}^{+2}$

#### Méthode par calcule

Le magnésium est estimé par la différence entre la dureté et le calcium exprimés en  $\text{CaCO}_3$  mg /l. (Rodier, 2005).

$$[\text{TH}] = [\text{Mg}^{+2}] + [\text{Ca}^{+2}].$$

$$[\text{Mg}^{+2}] = [\text{TH}] - [\text{Ca}^{+2}]$$

Avec :

- **TH**: la dureté totale

### III-5-2-2-5-Chlorures

Le chlorure est un sel mobile, non toxique, et répandus dans la nature, on les trouve sous forme de  $\text{Na}^+\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+\text{Cl}^-$  ou  $\text{CaCl}_2$ . Leur teneur dans les eaux est très variable et liée principalement à la nature des terrains traversés. Selon les normes locales de la potabilité des eaux, les chlorures doivent avoir une teneur inférieure à 500 (mg/l) dans les eaux de consommation (Rodier, 1996).

### Principe de dosage

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence du chromate de potassium, la fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

#### ✓ Mode opératoire

- Prendre 50ml d'eau analysé
- Ajouter 50ml d'eau distillée
- Ajouter 3 goutte de chromate de potassium  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (coloration jaunâtre)
- Titrer avec  $\text{AgNO}_3$  à (0.02 mol /l) jusqu'au à coloration rouge brique

$$C_c = ((V_1 - V_2) * C * f / V_a) * F$$

- $V_1$  = volume de solution à point d'équilibre

- $V_2$  = volume du blanc

- $V_a$  = 100

- $C$  = 0.02

- $F$  = 35453

- $f$  = coefficient de dilution



Fig.28 : solutions et matériel pour mesurée la Chlorures de l'eau (Originale, 2018).

### III-5-2-3- paramètre de pollution

#### III-5-2-3-1-Le Fer $Fe^{2+}$

##### Principe

Au niveau de la distribution, le fer provient le plus souvent de l'action de l'eau sur les canalisations. Le fer ne présente aucun inconvénient du point de vue physiologique, c'est un élément essentiel de la nutrition humaine. Le dosage se fait par spectrométrie moléculaire: Après oxydation en milieu acide, le fer est réduit à l'état ferreux et dosé par spectrophotométrie en utilisant la coloration rouge donnée par les sels ferreux avec la Phénanthroline1, 10 (Rodier, 2005).

## Réactifs

- 1 solution d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ )
- 2chlorhydrate d'hydroxylamine
- 3tampon acétate
- 4solution de phénantroline

### ✓ Mode opératoire

- Prendre comme prise d'essai 50 ml d'eau d'échantillon
- Transvaser la solution dans une fiole de 100 ml
- 0.5 ml de la solution  $H_2SO_4$ .
- Ajouter 1 ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine et mélanger soigneusement
- Ajouter 2 ml de tampon acétate pour obtenir un pH entre 3.5 et 5,5
- Ajouter 2 ml de la solution phénantroline
- conserver pendant 15-20min à l'obscurité.
- Mesurer l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV VIS à 510 nm en
- utilisant une cuve de 50 mm

### III-5-2-3-2-Nitrite $NO_2^-$

Les peuvent être rencontrés dans l'eau, mais à des doses faible. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque la nitrification n'étant as conduit à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (Bremond et Perrodum, 1976). Une eau contenant des nitrites est à considérer comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de qualité microbiologique (Rejesk, 2002).

### Principe

Les nitrites réagissent avec le sulfanlamide pour forme un composé diazoïque qui après copulation avec le N1Naphtyléthylène diamine dichorée donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm



### Dosage de nitrite

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml de Réactif mixte.
- Complété à 50ml par l'eau distillé
- Attendre 20min
- L'application de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$
- Effectuer les mesures au spectrophotomètre (Type HACH) à la longueur d'onde de 543 nm.



**Fig.29: solution et matériel pour mesurer le nitrite de l'eau (Originale, 2018).**

### III-5-2-3-3-L'ammonium $\text{NH}_4^+$

L'ammoniaque est un gaz soluble dans l'eau mais suivant les conditions de pH il se transforme, soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée. En plus, l'ammoniaque est favorable au développement de certaines bactéries qui à leur tour génèrent de mauvais goûts. (Bremond et Perrodon, 1976). Le choix de la méthode est déterminé par la concentration en ions ammonium qui est très variable et la plus part d'ions interférents tels que chlorures, fer, amine, matière organiques... etc.

**Appareil :** un spectrophotomètre UV-Visible, effectué la lecture à 655 nm

#### ✓ Mode opératoire

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.

- Ajouter 4 ml du réactif I.
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H<sub>2</sub>O distillée et attendre 1h 30. (Fig. 30).



**Fig.30 : solutions et matériel pour mesurée l'ammonium (Originale, 2018).**

### III-5-2-3-4-L'ortho phosphate $PO_4^-$

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol ; leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. (Ladjel et Toudef, 2002)

#### Principe

Formation en milieu acide d'un complexe avec le Molybdate d'ammonium, et titrate double d'antimoine et de potassium réduction par acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700nm l'autre plus importante à 880nm.

#### Réactifs

- 1 acide molybdate ortho-phosphore
- 2 acides ascorbiques

#### ✓ Mode opératoire

- 40ml d'eau analysé
- Acide ascorbique 1ml
- Acide molybdate ortho-phosphore 2ml

-Ajouter à 50ml avec l'eau distillée et attendre 20 min



**Fig.31 : solution et matériel pour mesurée le l'ortho phosphate de l'eau (Originale, 2018).**

### III-5-2-3-5-Le nitrate $\text{NO}_3^-$

Le nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) sont des ions naturels présents partout dans l'environnement. Ils sont le produit de l'oxydation de l'azote par les microorganismes dans les plantes, le sol ou l'eau et, dans une moindre mesure, par les décharges électriques comme la foudre. Les sources de nitrates dans l'eau (en particulier les eaux souterraines) comprennent les matières animales et végétales en décomposition, les engrais agricoles, le fumier, les eaux usées domestiques et les formations géologiques contenant des composés azotés solubles (Rejesk, 2002). D'après la réglementation algérienne et les normes européennes (N.E, 1998), il est recommandé pour le cas des nitrates, une valeur maximale de 50mg/l dans une eau destinée à la consommation.

#### Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique. (ADE, 2016)

#### ✓ Mode opération

- Prendre 10ml de l'échantillon à analyser
- Ajouter 1ml de salicylate de sodium
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75\_\_88°C
- Laisser refroidir
- Reprendre le résidu avec 2ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  laissé reposer 10min

-Ajouter 15ml d'eau distillée

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



**Fig.32 : solution et matériel pour mesurée le nitrate de l'eau (Originale, 2018).**

# **Chapitre IV**

## **Résultats Discussion**

## Introduction

L'étude physico-chimique de l'eau souterraine joue un rôle important dans la détermination de sa qualité, donc de la possibilité de son utilisation pour l'alimentation en eau potable. Pour atteindre cet objectif, nous avons déterminé dans cette partie l'évolution des paramètres physico-chimiques des eaux de nappe albien (les forages) au niveau de la région de Berriane (Wilaya de Ghardaïa) durant trois saisons (Automne, Hiver, Printemps).

Dans ce chapitre, nous présenterons et discuterons les principaux résultats en effectuant une comparaison avec les normes de potabilité fixées par l'état algériennes et les normes l'OMS afin de détecter les différentes pollutions et leurs origines.

### VI-1-Paramètres physique

#### VI-1-1-La température

Dans la région d'étude, les résultats obtenus montrent que les degrés de la température varient selon les saisons dans un intervalle entre 17.5 et 26.9 C°. Les degrés de la température maximale sont enregistrés pendant la saison du printemps (F2), par contre les degrés de la température minimaux sont enregistrés à la période de la saison de hiver (F2) (figure 33). D'après ces résultats, la température des eaux des forages se change suivant le changement climatique (les trois saisons). Les valeurs mesurées sont dans les normes OMS et algériennes (Annexe n°1). D'une façon générale, la température des eaux est influencée essentiellement par les variations climatiques et par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes) (Rodier *et al.* 2005).

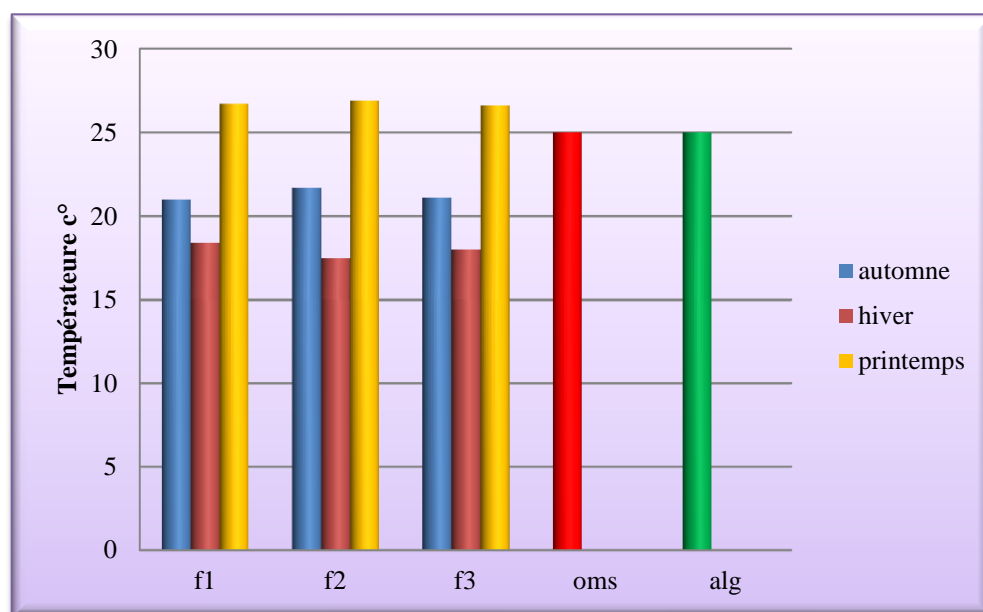


Fig. 33. Evaluation de La température de l'eau des trois forages

### VI-1-2-Le potentiel d'hydrogène (pH)

Les valeurs du pH enregistrées varient entre 7.54 (F3) dans la saison d'automne et 8.20 (F1) dans la saison du printemps. Elles sont dans Les normes de potabilité ( $6,5 < \text{pH} < 9$ ). Ces valeurs sont proches de la neutralité et sont acceptables selon les normes de l'OMS et les normes algériennes.

Le pH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés. Les législations algériennes et européennes précisent comme niveau guide du pH est de 6,5 à 9 (Rodier *et al.* 2009).

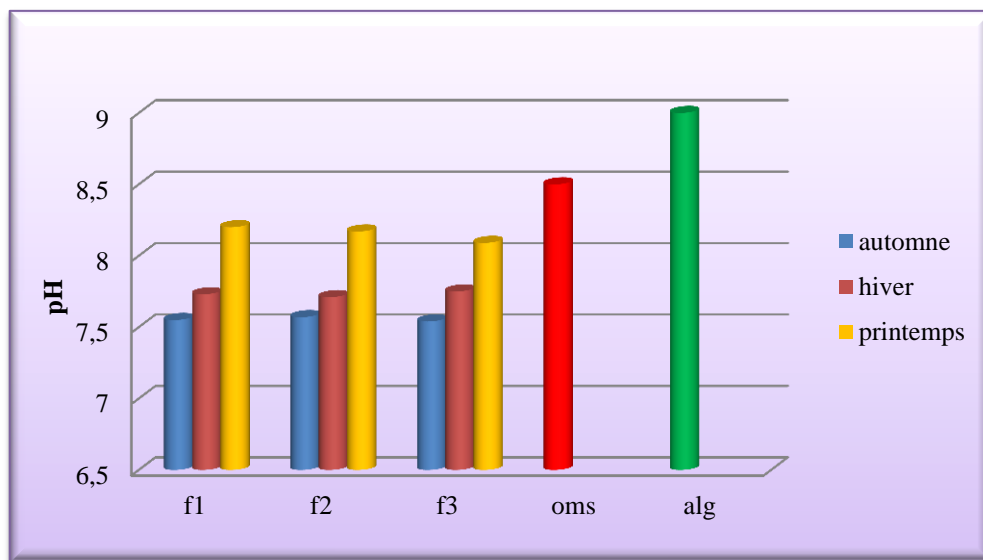
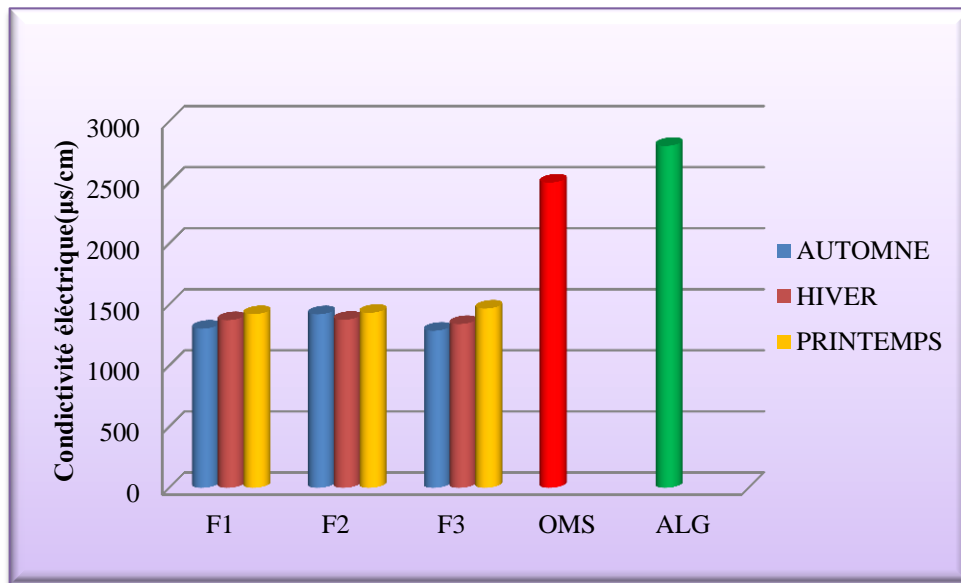


Fig. 34. Evaluation de La pH de l'eau des trois forages

### VI-1-3-La conductivité électrique (CE)

Les résultats des mesures ont permis d'observer que les valeurs de la conductivité électrique (Figure 35), sont entre  $1286 \mu \text{ s/cm}$  et  $1468 \mu \text{ s/cm}$  pendant toute la période d'étude. La valeur la plus élevée est celle enregistrée pendant le printemps  $1468 \mu \text{ s/cm}$  (F3) et la valeur minimale est enregistrée pendant l'automne  $1286 \mu \text{ s/cm}$ (F3). Toutes les valeurs ne dépassent pas les normes algériennes et OMS de potabilité (annexe 1).

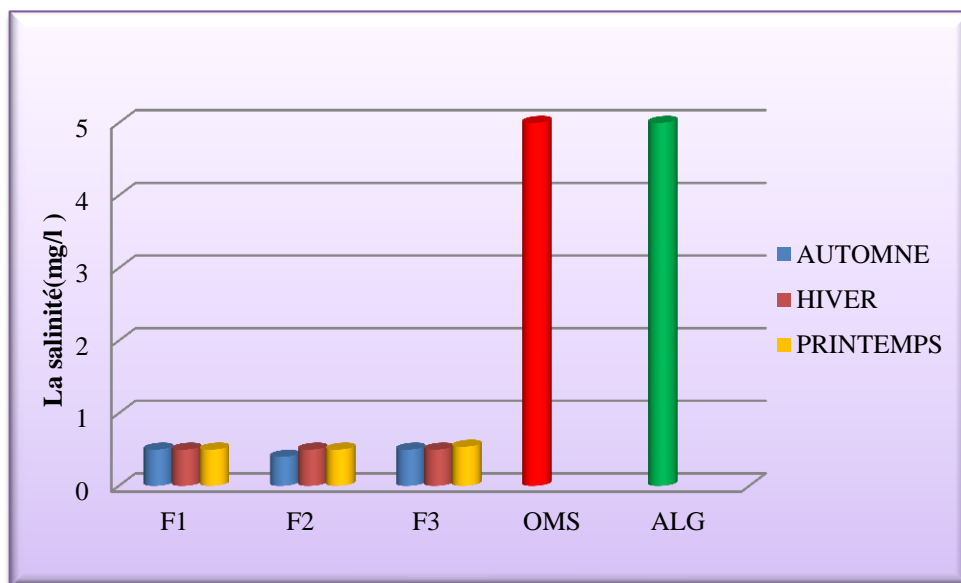
Rodier *et al.* (2009), signalent que la variation de conductivité est induite par la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Cette mobilité dépend de la nature des ions dissous et de leur concentration, tels que les ions de calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ), de sodium ( $\text{Na}^{+}$ ), de chlorures ( $\text{Cl}^{-}$ ), des bicarbonates ( $\text{HCO}_3^{-}$ )...etc. Généralement, la conductivité électrique augmente avec la concentration des ions en solution et la température (Dib, 2009).



**Fig.35.** Evaluation de La conductivité électrique de l'eau des trois forages

#### VI-1-4-Salinité

La salinité désigne la quantité de sels dissous dans un liquide notamment l'eau qui est un puissant solvant pour de nombreux minéraux. Le suivi des teneurs en salinité a permis d'obtenir les résultats mentionnés dans la (figure 36) et qui oscillent entre une teneur maximale de 0,54 (mg/l) enregistrée dans le forage (F3) dans la saison du printemps et une teneur minimale dans le forage (F2) à la saison d'automne. Les résultats obtenus ne dépassent pas les normes d'OMS et Algérienne (Annexe 1)



**Fig.36.** Evaluation de La salinité de l'eau des trois forages



### VI-1-5-La turbidité

Les valeurs enregistrées par le turbidimètre varient entre 0.5 NTU (F3) dans la saison du printemps à 1.02 NTU (F3) dans la saison d'automne (figure 37). Toutes ces valeurs de la turbidité entrent dans les normes d'OMS et algérienne (annexe 1). Il faut rappeler que La turbidité d'une eau est causée par la présence des matières en suspension ou par des substances en solution comme les substances minérales (sable, argiles ou limons), des matières organiques (matières organiques morts ou des végétaux en décomposition, du plancton suspendu ) ou d'autres matières microscopiques qui forment un obstacle au passage de la lumière dans l'eau (Rodier *et al.*, 2005).

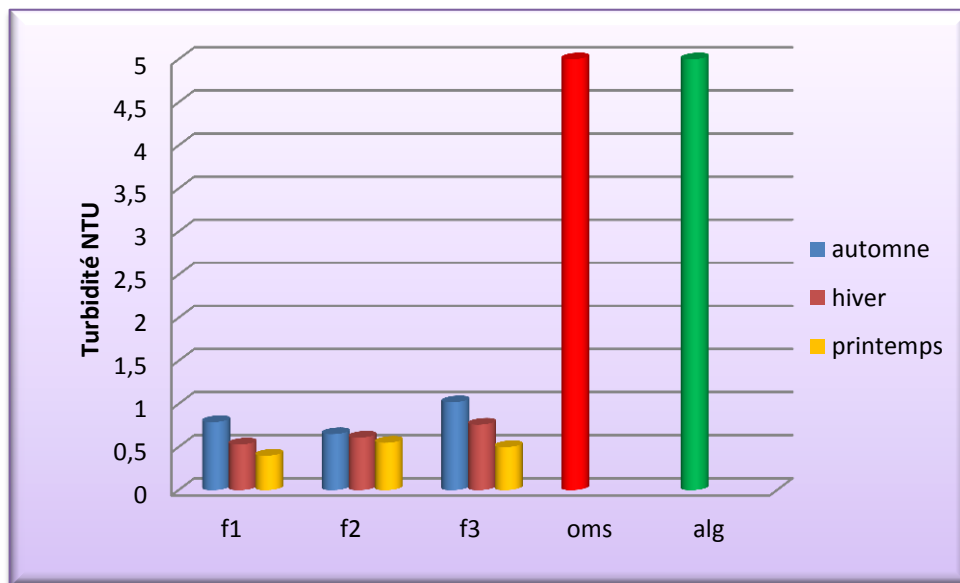


Fig.37. Evaluation de La turbidité de l'eau des trois forages

### VI-1-6-Minéralisation globale (TDS)

Toutes les valeurs des eaux analysées sont inférieures à 2000(mg/L) avec un maximum de 820 (mg/L) au niveau du forage (F2) en période de la saison d'automne et le minimum (697 mg/L) au niveau du forage (F3) en période la saison de hiver (figure 38). La minéralisation globale correspond à la concentration en sels minéraux dissous. La minéralisation de l'eau est en fonction de la géologie des terrains traversés. D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles. Les eaux très minéralisées, du fait de leur teneur en sels dissous, semblent bien contribuer à l'homéostasie de l'homme et surtout de l'enfant; cependant, elles peuvent poser des problèmes endocriniens très complexes (Rodier, 2005).

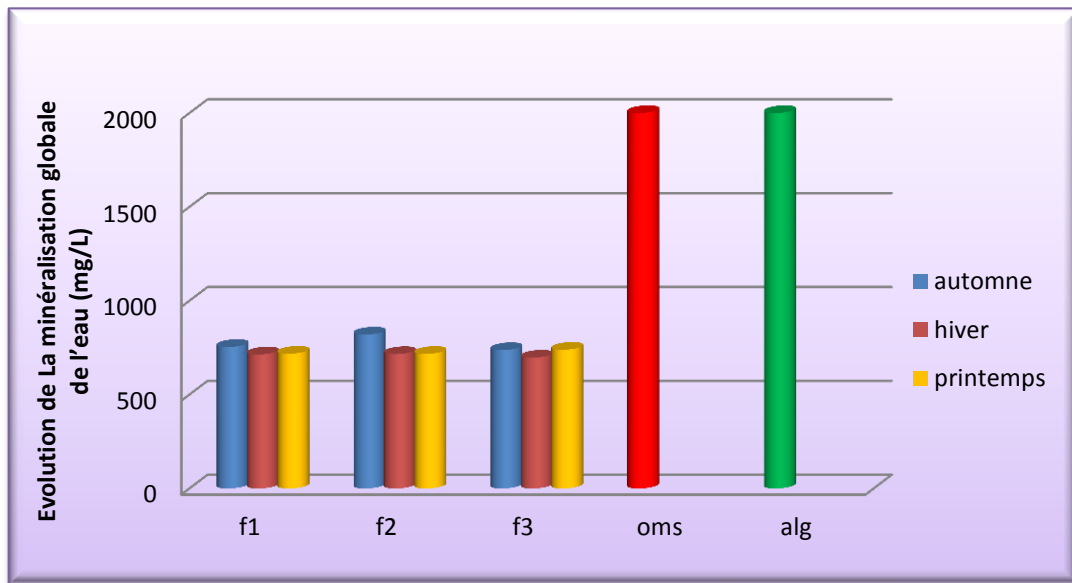


Fig.38. Evaluation de La minéralisation globale de l'eau des trois forages

## VI-2-Paramètre chimique

### VI-2-1-Paramètre gravimétrique

#### VI-2-1-1-Sulfates $SO_4^{2-}$

Les concentrations en sulfates atteignent un maximum de 380.02 (mg/L) pour le (F1) dans la saison hivernale et une valeur minimale de 232.9373 (mg/L) dans la saison automnale (figure 39). Les résultats obtenus ne dépassent pas les normes d'OMS et algériennes (400 mg/L). Le sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse, où apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux.

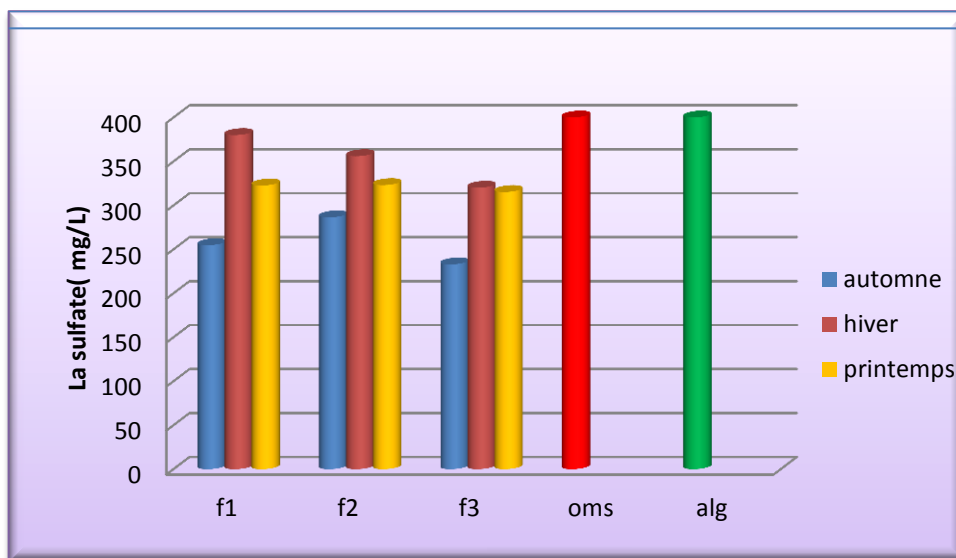


Fig.39. Evaluation de La sulfate de l'eau des trois forages  $SO_4^{2-}$

### VI-2-1-2-Résidu sec

Les résultats obtenus pour les résidus secs montrent une concentration élevée. La plupart ont dépassé les normes d'OMS 1500(mg/L) mais n'ont pas dépassé les normes algériennes 2000 (mg/L). La valeur maximale enregistrée est 2004 mg/L au niveau du (F1) dans la saison automnale, alors celle minimale est 1020 mg/L au niveau du (F2) dans la saison printanière (figure 40). Selon Rodier (2005), La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau (Rodier, 2005). Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être inacceptable à la consommation en raison de son goût plat et insipide (Who, 1994).

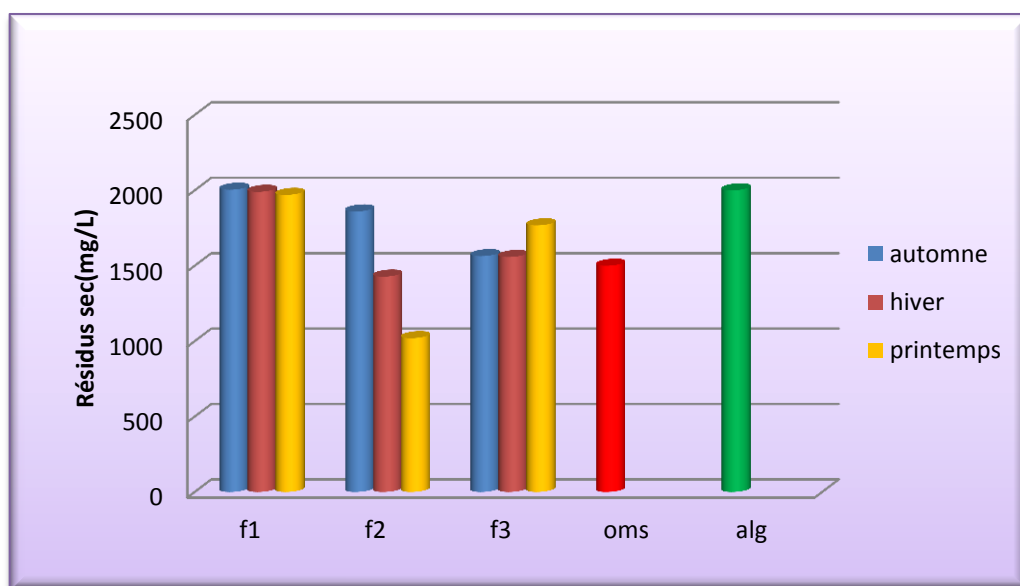
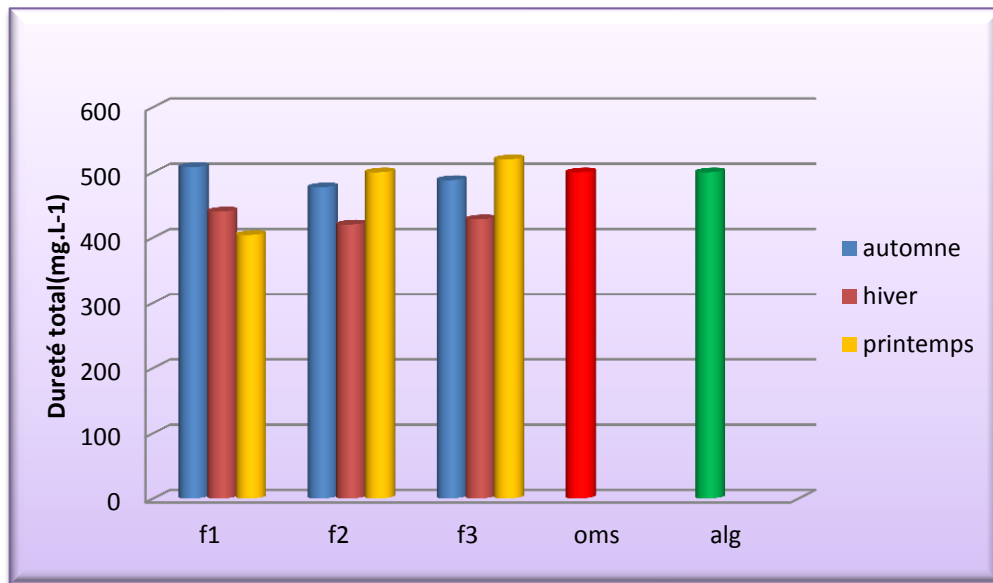


Fig.40. Evaluation des Résidus secs de l'eau des trois forages

### VI-2-2-Paramètre volumétrique

#### VI-2-2-1-La dureté totale

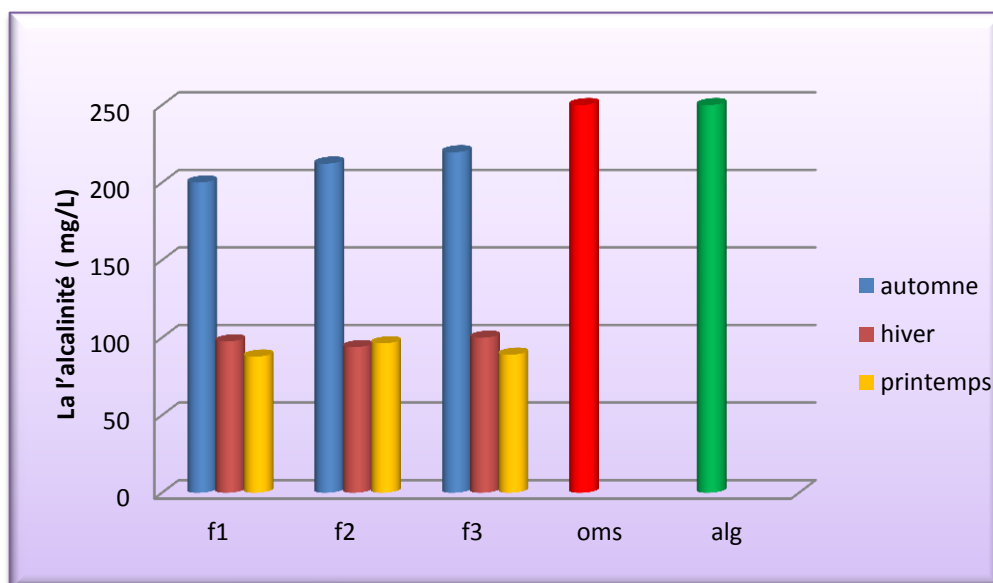
La dureté totale a un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium (Rodier, 2009). Les teneurs enregistrées dans notre étude varient entre 404 mg.L<sup>-1</sup> à 508 mg.L<sup>-1</sup> (figure 41). Les valeurs maximale et minimale sont enregistrées dans (F1) à l'automne et au printemps successivement. Le résultat obtenu ne dépasse pas les normes algériennes et OMS sauf la valeur (508mg.L<sup>-1</sup>) dans le forage (F1).



**Fig.41.** Evaluation de La dureté total de l'eau des trois forages

#### VI-2-2-2-Alcalimétrie (TA et TAC)

Les résultats obtenus pour le titre alcalimétrique complet sont consignés dans la figure 42. Les valeurs sont variées entre un maximum de 219.6 (mg/L) au niveau du (F3) dans la saison d'automne et un minimum de 87.84 (mg/L) au niveau du (F1) dans la saison du printemps. Ainsi, le titre alcalimétrique obtenu respecte les normes d'OMS et algériennes 250 (mg/L). D'après Rodier (2005), Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxyles « OH<sup>-</sup> » et une valence de carbonates, il correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonates.



**Fig.42.** Evaluation de l'alcalinité de l'eau des trois forages

### VI-2-2-3-Le calcium $\text{Ca}^{+2}$

Dans notre étude les valeurs de la concentration en calcium ne dépassent pas les normes algérienne et internationale. En effet, les concentrations varient entre 47.683 (mg/L) (F2) dans le printemps à 105.811 (mg/L) (F2) dans l'hiver (figure 44). Selon Rodier (2009), le calcium est un composant majeur de la dureté de l'eau. Il est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature de terrain traversé. Dans les normes algériennes et OMS de potabilité pour le calcium, la valeur est fixée en 200 (mg/L). Les eaux qui dépassent 200 (mg/L) de calcium, présentent des inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation (Rodier *et al*, 2009).

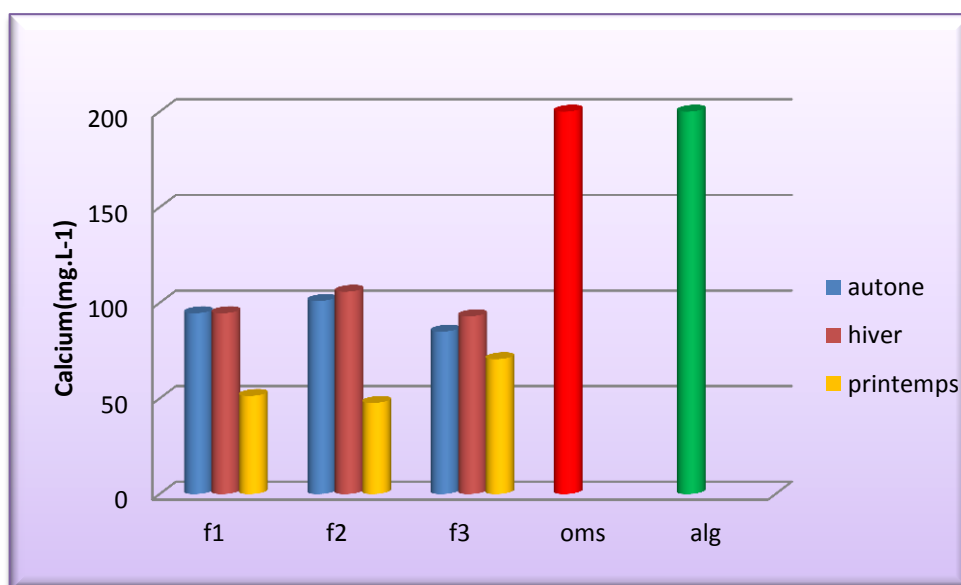


Fig.43. Evaluation du calcium de l'eau des trois forages

### VI-2-2-4-Le magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ )

Selon la norme algérienne et OMS de l'eau potable pour le magnésium, la valeur est fixée à 150 (mg/L). Les valeurs enregistrées dans les trois forages ne dépassent pas cette norme avec un maximum de 67.068 (mg/L) en (F1) dans la période du printemps et un minimum de 18.954 mg/L en (F2) dans la période d'hiver (figure 44). D'après Rodier *et al.* (2009), le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature, il donne un goût désagréable à l'eau, et sa source semble être liée au contact des eaux avec les roches calcaires et dolomitiques.

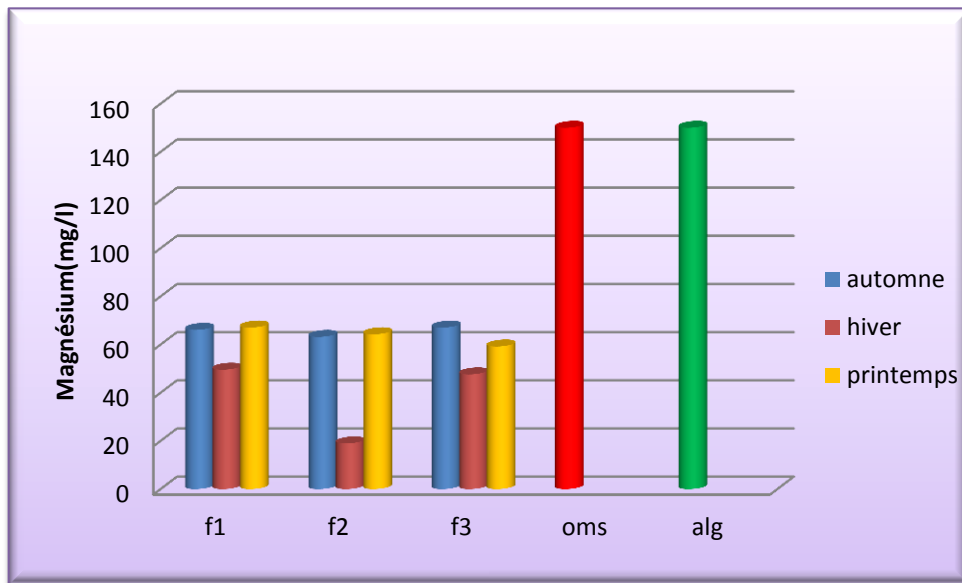


Fig.44. Evaluation de magnésium de l'eau des trois forages

### VI-2-2-5-Les chlorures

La variation des valeurs de chlorure enregistrée est entre 55.3066 (mg/L) au niveau du forage (F3) durant le printemps à 211.299 mg/L au niveau du forage (F1) durant l'hiver (figure 45). Les concentrations en chlorures dans les eaux analysées sont généralement importantes mais ne dépassent pas les normes algériennes 500 (mg/L) et les normes OMS 250 (mg/L). Les chlorures sont toujours présents dans les eaux naturelles en proportions très variables, leur présence dans l'eau souterraine résulte de la dissolution des sels naturels, par la dissolution de la sylvite (KCl) et de l'halite (NaCl) (Saoud, 2014).

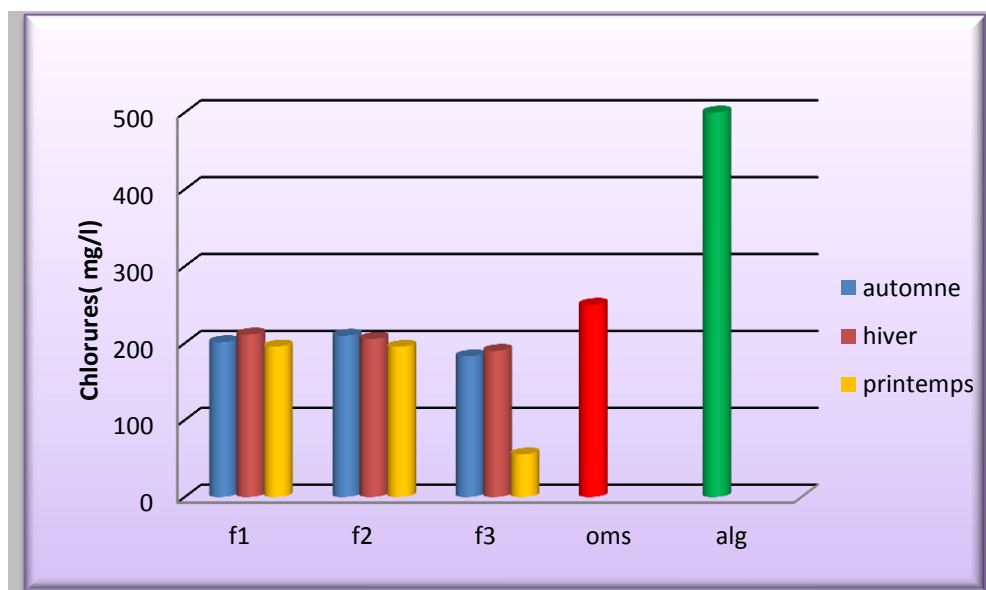


Fig.45. Evaluation de La chlorure de l'eau des trois forages

### VI-3-Paramètre pollution

#### VI-3-1-Fer( $\text{Fe}^{2+}$ )

Les valeurs des concentrations en fer pour les eaux des trois forages sont faibles et respectent les normes d'OMS et algériennes 0.3 (mg/l). Il est observé que la teneur maximale 0.094(mg/l) est enregistrée au niveau du forage (F1) durant la saison d'automne. Alors que, la valeur minimale est t'égale 0 mg/l enregistrée dans le forage (F2) pendant l'hiver (figure 46). Selon Rodier (2005), Le fer se classe en 4eme rang des éléments de la croûte terrestre. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau et Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/j mais 60 à 70% seulement de la quantité intégrée sont métabolisés.

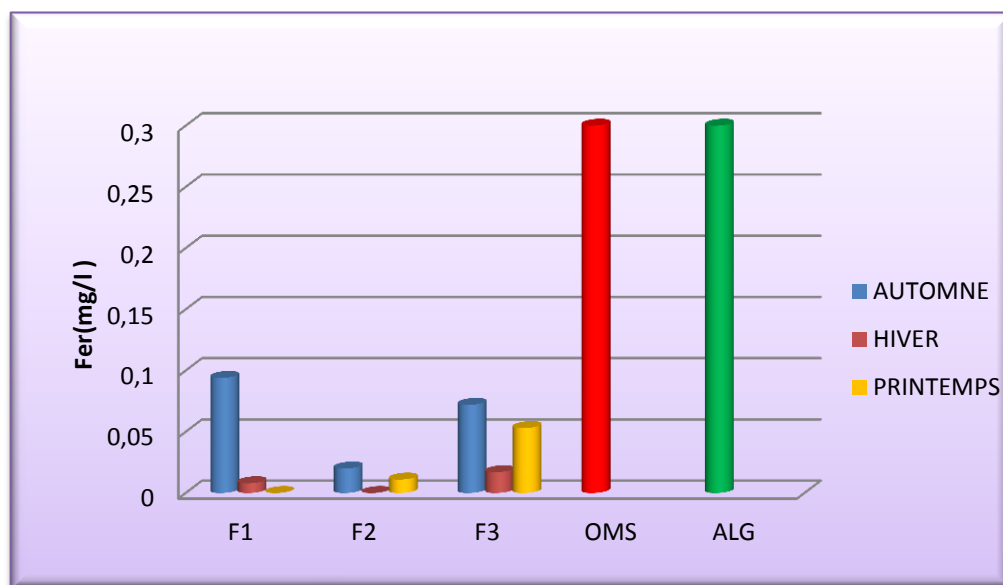


Fig.46. Evaluation du fer de l'eau des trois forages

#### VI-3-2-Les Nitrites( $\text{NO}_2^-$ )

La figure 47 montre la variation saisonnière des teneurs en nitrites dans la zone d'étude. On remarque que la teneur en nitrites est nulle ( $0 \text{ mg L}^{-1}$ ) dans la majorité des forages. Une valeur maximale 0,08 (mg/L) est enregistrée en (F3) dans la saison d'automne. Cette dernière ne dépasse pas normes algérienne et internationale 0.2 (mg/L). Selon Rodier *et al* (2009), une teneur d'azote nitreux supérieure à 0,10 (mg/L) peut faire soupçonner un apport d'eaux riches en matières organiques en voie de décomposition. Cette teneur ne devrait pas être dépassée dans le cas d'une eau d'origine profonde, la pollution nitrique des eaux souterraines serait due aux déchets des animaux, au fumier ou aux engrais chimiques utilisés dans la fertilisation des terres agricoles avoisinantes aux puits.

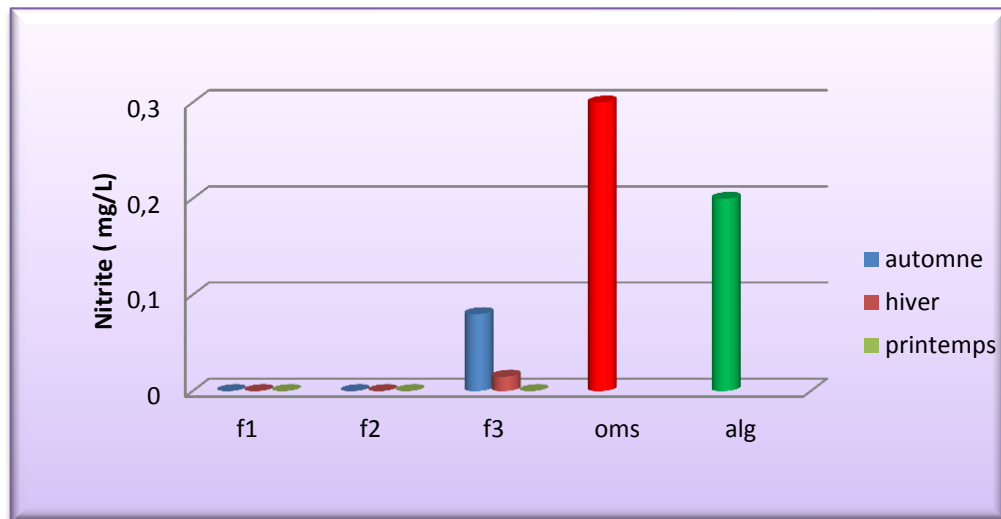


Fig.47. Evaluation de la nitrite de l'eau des trois forages

### VI-3-3-Ammonium $NH_4^+$

A partir de notre étude (figure 48), il est à noter que les valeurs moyennes des teneurs calculés en  $NH_4^+$  sont inférieures aux normes décrites par l'OMS et algérienne 0,5 (mg/l). En effet, la teneur maximale enregistrée 0.017(mg/l) au niveau du forage (F2) durant la saison du printemps, et la valeur minimale est égale à 0 (mg/l) enregistrée dans le forage (F1) pendant la saison du printemps . Dans l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes; l'ion ammonium ( $NH_4^+$ ) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniaque ( $NH_3$ ), L'ammonium est la forme d'azote la plus toxique (Rodier, 1996).

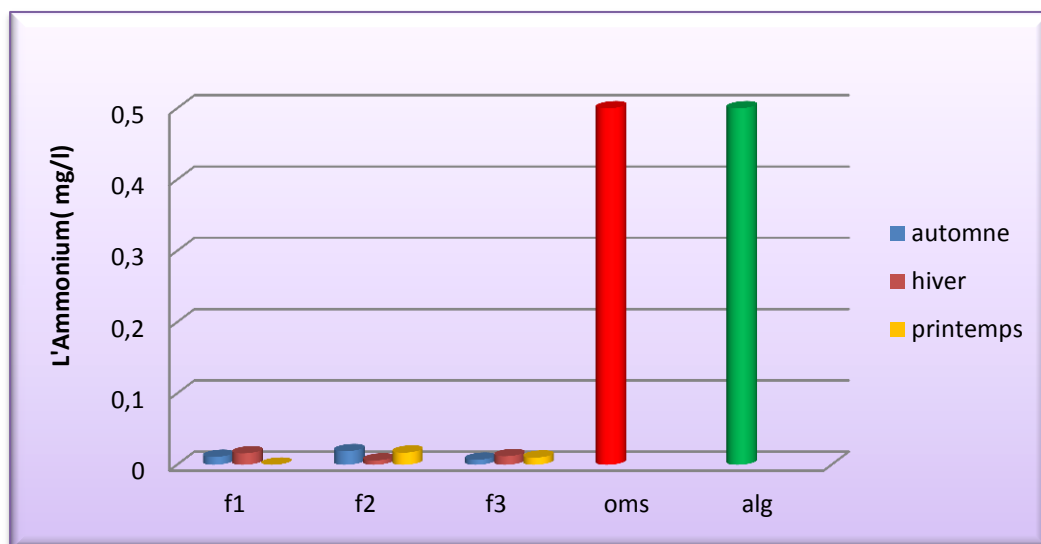


Fig.48. Evaluation de L'ammonium de l'eau des trois forages



### VI-3-4-Les phosphates( $PO_4^-$ )

Les résultats des phosphates (Figure 49) nous montrent que leurs concentrations dans les eaux des 3 forages ne dépassent pas la norme OMS et algérienne 5 (mg/l). Le maximum enregistré est 0,090 (mg/l) dans le forage (F1) pendant le printemps, par contre le minimum 0 (mg/l) est enregistré dans la plupart des forages. Les phosphates font partie des anions facilement fixée par le sol ; leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains et à la décomposition de la matière organique. Le phosphate joue un rôle important dans le développement des algues.

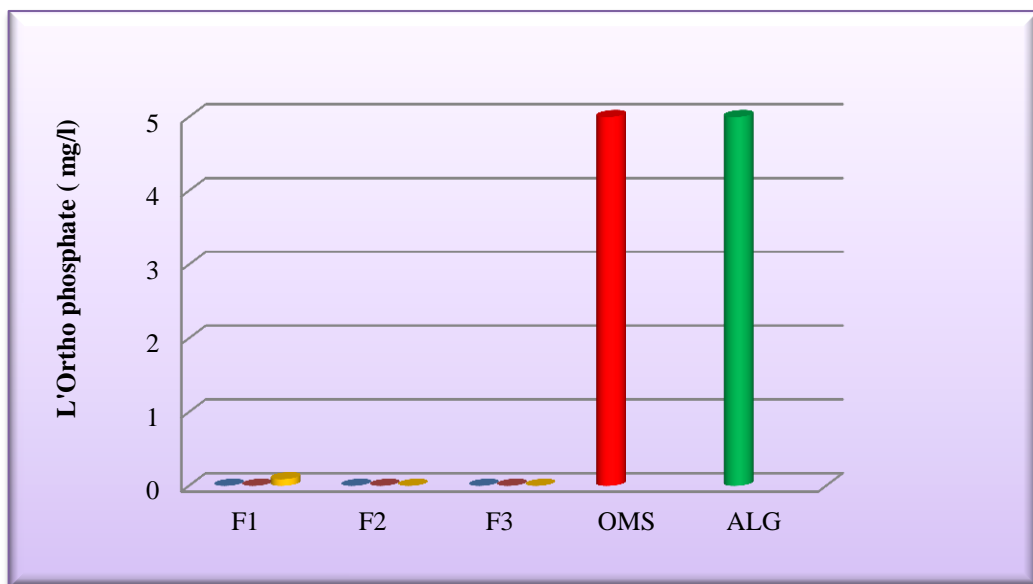


Fig.49. Evaluation de l'ortho phosphate de l'eau des trois forages

### VI-3-5-Nitrate $NO_3^-$

D'après la figure ci-dessous (Figure 50) les résultats obtenus durant notre étude varient de 9.98 (mg/l) à 17.595 (mg/l) où la valeur maximale est dans les forages (F3) pendant la saison d'automne et la valeur minimale est dans le forage (F2) durant la saison du printemps. Les résultats donc sont dans les normes algériennes et de l'OMS. Les nitrates  $NO_3^-$  présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote (Schuddeboom, 1993). La dose journalière de nitrates admissible pour un homme de 70 kg est de l'ordre de 350 mg de nitrate de sodium par jour. Les

valeurs limitent des nitrates dans l'eau, varient de 25 (mg/l) à 50 (mg/l) (OMS) et (NA) (Bouziani. 2000).

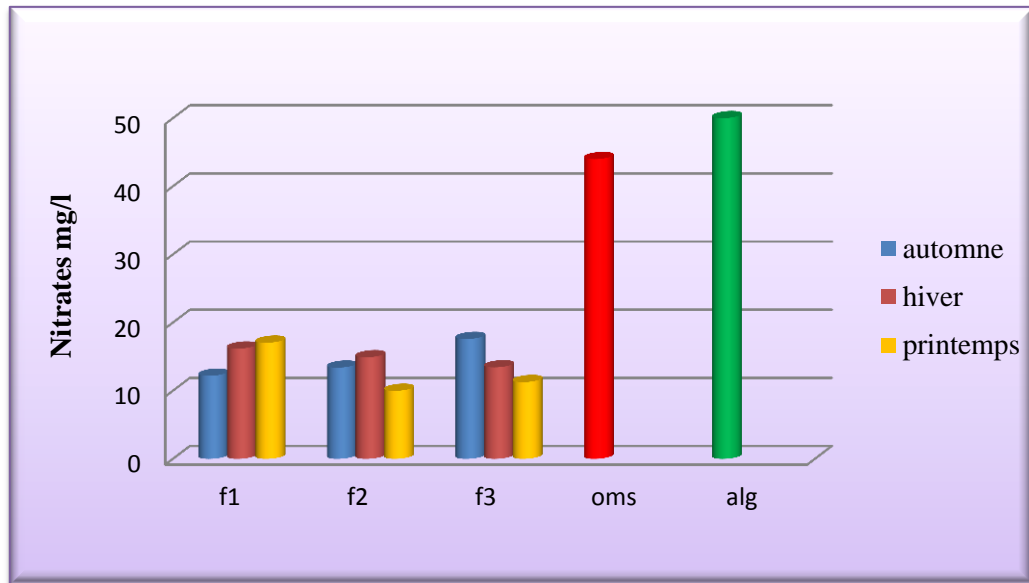


Fig.50. Evaluation de nitrate dans l'eau des trois forages

# Conclusion

Le but de notre étude est la connaissance de la potabilisation des eaux de forage de la région de Berriane. Ce travail nous a permis d'effectuer une étude comparative entre la qualité physico-chimique des forages de la zone de Berriane par rapport aux normes internationales (OMS) et Algériennes, que ces eaux sont bonnes à la consommation divers après amélioration par traitement de la dureté.

Egalement, nous avons décrit les différents procédés des analyses physico-chimiques des eaux des forages de la ville de Berriane, effectuées au laboratoire de l'ADE de Ghardaïa après des prélèvements manuels des eaux de forages.

Pour les eaux des forages de la nappe albienne de Berriane sur le plan physico-chimique on constate une conformité par rapport aux normes internationales (OMS) et Algériennes (Conductivité, pH, Turbidité, Salinité,  $Mg^{+2}$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $PO_4^-$ , TAC,)révélatrice de sa potabilité. Cependant, les teneurs en T, et en dureté, résidu sec dépassent par quelques valeurs indiquées dans les normes.

L'évaluation physico-chimique du point de vue potabilité la nappe albien, a indiqué que l'ensemble de nos eaux sont sur le niveau physico-chimique pratiquement potable, acceptable à la consommation humaine.

# **Références bibliographiques**

- 1- **ACHOUR M., 2014** - Contribution du SIG à l'élaboration d'une méthodologie de calcul des paramètres physiographiques des bassins versants de la dorsale du M'Zab, doc. ANRH Secteur de Ghardaïa.
- 2- **ACHOUR M., BENSAHA H. et BENSAHA L., 2010** - Réflexion pour préserver l'environnement : cas de la vallée du M'Zab (Algérie) ,13p.
- 3- **ADE., 2016** - Document sur les matériels et méthodes des analyses des eaux Algérienne des eaux (ADE).
- 4- **AKA N., BAMBA S.B., SORO G., SORO N., 2013** - Etude hydro chimique et microbiologique des nappes d'altérites sous climat tropical humide : Cas du département d'Abengourou (Sud-est de la Cote d'Ivoire), La rhyss Journal, N°16, P : 31-52.
- 5- **A.N.R.H., 2007**- "Rapport sur l'hydrologie de Ghardaïa.
- 6- **A.N.R.H., 2010** - "Rapport sur l'hydrologie de Ghardaïa.
- 7- **ANRH., 2009**- "Rapport sur l'hydrologie de Ghardaïa.
- 8- **A.N.R.H., 2011** - "Rapport sur l'hydrologie de Ghardaïa ".Rapport Technique, 'Inventaire des Forages d'Eau et Enquête sur les Débits Extraits de la Wilaya de Ghardaïa', A.N.R.H, Secteur de Ghardaïa, Exercice 2011, 88 p.
- 9- **AOUISSI A., 2009** - Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord - Est de l'Algérie) Mémoire de Magister, Université de Guelma 120p.
- 10- **ATLAS, 2005**- Annuaire statistique de la Wilaya de Ghardaïa. DPAT/ Ghardaïa. 2005.
- 11- **BAHAZ H., 2013** - La cartographie piézométrique et hydro chimique de la nappe phréatique de la vallée de Metlili .Mémoire Master. Hydro. Université Ghardaïa.
- 12- **BALDERACCHI., 2009** - « L'eau dans l'organisme », Centre national de la recherche scientifique (CNRS).
- 13- **BENHEDID A., 2008** – Impacts agronomiques et économiques dus aux moineaux dans les Palmeraies de Chebket M'Zab et perspectives d'avenir. Mémoire Ing. agro, Univ Kasdi Merbah Ouargla, p:138.
- 14- **BEN KENZOU D., CHEGMA S., MERAKCHI F., ZIDANE B., 2007** – Monographie de la wilaya de Ghardaïa, Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (D.P.A.T.). Statistiques au 31 décembre 2006. 122 pages.
- 15- **BENSAHA., 2009** - Etude de la gestion de périmètres de mise en valeur agricole Cas : de la Chebka du M'Zab. Thèse de Magister, I.N.F.S/A.S, Ouargla.
- 16- **BENSSAMOUNE Y., 2007** - Les parcours sahariens dans la nouvelle dynamique spatial : contribution a l'étude a la mise en place d'un schéma d'aménagement de gestion de l'espace (S.A.G.E) cas de la région de Ghardaïa, Mémoire de Magister, Université de Ouargla , p28-36-37.

- 17- **BEN YUCEF B., 1972** - Le M'Zab; Espace et société. P : 221.
- 18- **BENZAYET B., 2010** - Evaluation hydro chimique des eaux souterraines de la vallée du M'Zab: Cas de Oued Labiod. Ingénieur d'Etat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique ,p : 41.
- 19- **BERNARD C., 2007**« Introduction à l'étude de la médecine expérimentale », 2007, édition BiblioBazaar.
- 20- **B.N.D.R., 2013** - Etude de faisabilité technico économique de mise en valeur des terres par la Concession.
- 21- **BOSCA C., 2002** - Groundwater law and administration of sustainable development, Mediterranean Magazine, Science Training and Technology, N° 2, P: 13-17.
- 22- **BOURRIER R., SELMI B., 2011** - Technique de la gestion et de la distribution de l'eau, Edition Moniteur, Paris, P : 353-402.
- 23- **BOUZIANI M., 2000** - L'eau de la pénurie aux maladies, Edition ibn khaldoun.
- 24- **BREMOND R., PERRODON C., 1976** - Paramètre de la qualité des eaux 2eme Edition P71.
- 25- **BRIERE F.G., 2000** - Distribution et collecte des eaux. 2eme édition : École Polytechnique de Montréal .P :299-300.
- 26- **BUSSON G., 1970** - Principes, méthodes et résultats d'une étude stratigraphique du Mésozoïque saharien. Thèse Paris, p : 464.
- 27- **BUSSON G., 1970** - Le Mésozoïque saharien. 2ème partie : Essai de synthèse des données des sondages algéro-tunisiens. Edit., Paris, « Centre Rech. Zones Arides », Géol., p : 11-811.
- 28- **CASTANY G., 1982** - Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Edition: Dunod.
- 29- **CHEHMA A., 2006** - Catalogues des plantes spontanées du Sahara septentrional algériens. Labo. Eco. Sys., Univ. Ouargla, p : 140.
- 30- **DAJOZ R., 1983** - Précis d'écologie. Ed. Bordas. Paris. P : 503.
- 31- **DAJOZ R., 1971** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, p : 434.
- 32- **DEGBEY C., MAKOUTODE M., FAYOMI B., BROUWER C., 2010**- Int. Santé. Trav ,p : 15 .
- 33- **DJOUDI J., ET RAFA A., 2009** - Fonctionnement du système de partage de la palmeraie Est de Ghardaïa. Mémoire d'ingénieur, E.N.S.P., El Harrach, p : 78
- 34- **D.P.A.T., 2009** - Direction planning d'aménagement territoire
- 35- **D.P.A.T., 2005** - Atlas de la Wilaya de Ghardaïa. Ed. El-Alamia, p : 142.
- 36- **DSA GHARDAIA., 2004** - Rapports d'activités. Direction des services agricoles wilaya de Ghardaïa. P : 22.



- 37- **DUBIEF J., 1959** - Le climat du Sahara. Tome I, Les températures. Travaux de l'Institut de Recherche Saharienne, p : 312.
- 38- **FRANÇOIS A., 2008** - L'eau et ses enjeux. Edition de Boeck. p:134.
- 39- **FELINS E., 1909** - Etude sur la législation des eaux dans la chebka du M'Zab. Imprimerie administrative Blida. p : 162.
- 40- **GAUJOUR D., 1985** - La pollution des milieux aquatiques: Aide-mémoire. Édition: revue et augmenté. p: 49.
- 41- **GENOUTDET., 2001** - L'eau de robinet : de la source au verre. Extrait de dossier debulletin de l'association médicale Kouzmine internationale.
- 42- **GUEMARI., 2009** - Etude des systèmes traditionnels de captage des eaux et d'irrigation dans les oasis de la vallée de m'Zab Cas des oasis de Metlili, el Ateuf, Guerrara, Beniizguene, Berriane et Bounoura. Diplôme de magister, Université de kasdi merbah Ouargla.
- 43- **GUENDOUC A., MOULLA A.S., REMINI B., MICHELOT J.L., 2006** - Hydrochemical and isotopicbehaviour of a Sahara nphreaticaquife rsuffering severe natural and anthropicconstraints (case of Oued- Souf region, Algeria). Hydrogeol J 14:955–968.
- 44- **GUERBOUZ F., 2006** - Contribution à l'étude cinétique de la qualité de l'eau potable au niveau de la ville de Metlili (GHARDAIA).Mémoire d'ingénieur. Université Ouargla P : 123.
- 45- **GUESSOUM H., BENBRAHIM F., HALILAT M T., LAOUAR F., BENSALAMA M., DAREM S., 2014** - Inter. Journ. Environ. Water.3 (2014) 35-43.
- 46- **HAKMI., 2002** - Traitement des eaux " analyse de l'eau de source bousfer ORAN. Mémoire de magister, Université des sciences et de la technologie Oran, P : 71.
- 47- **HELAL., OURIHANE., 2003** - étude hydrogéologie du continental intercalaire et du complexe terminal de la région de Touggourt .aspect hydro chimique et problèmes technique posés. Mémoire .d'ing. Uni haouri boumadiene Alger pp7.8.
- 48- **HENRI L., 2012** - L'eau Potable, Édition réimprimée, P : 190.
- 49- **HUBERT P. et MARIN M., 2001** - Quelle eau boirons-nous demain ? Edition: Fabienne Travers. P: 64-124.
- 50- **HUOT A., 2010** - Eau et santé. La revue Bio contact, n°200
- 51- **JEAN LUC CELLERIC., 2002** - La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau. Edition. Ministère de l'agriculture et de la pêche. Direction de l'espace rural et de la forêt. Paris.
- 52- **JOHN P., DONALD A., (2010)**. Microbiologie, 3ème Édition, p 12 -16.

- 53- **KADI A., et KORICHI B., 1993** - Contribution à l'étude faunistique des palmeraies de trois régions du M'Zab (Ghardaïa, Metlili et Guerara).Thèse. Ing. Agr. Saha, INFSAS, Ouargla, 90 p.
- 54- **KETTAB A., 1992** - Traitement des eaux, Les eaux potables, Edition: Office des Publications Universitaires, Alger, PP : 111-123.
- 55- **KIRKPATRICK K., FLEMING E., 2008** - La qualité de l'eau, ROSS TECH 07/47, P 12.
- 56- **LADJEL F., TOUDEF T., 2002** - Control de paramètre physico-chimique et bactériologie d'une eau de consommation .rapport d'Epteo .p5-6-12.
- 57- **LANTEIGNE J., 2003** - Encyclopédie de l'agora.
- 58- **LEBATT A., et MAHMA A., 1997** - Contribution à l'étude d'un système agricole oasien cas de la région du M'Zab INFS/AS, P 92.
- 59- **LEFÈVRE J.G., 1991** - Les analyses d'eau avec les tests prêts à l'emploi: la potabilité de l'eau, les eaux piscicoles, l'eau des piscines, laboratoire Merck- Clevenot.
- 60- **MARGAT J., 1992** - L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective. Edition: Harmattan.
- 61- **MARSILY G., 1995** - L'eau. Edition: Flammarion 128.
- 62- **MEELAK D., 2009** - Etude de la vulnérabilité de l'aquifère alluvionnaire de la vallée du M'Zab. Mémoire D'Ingénieur, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique d'Alger.pp92.
- 63- **MERZOUG D., KHIARI A., AÏT BOUGHROUS A., BOUTIN C., 2010** - Faune aquatique et qualité de l'eau des puits et sources de la région d'Oum-El-Bouaghi (Nord-est algérien), Hydroécol Applied, PP: 77–97.
- 64- **MOLINIE L., 2009** - Dispositifs rustiques d'alimentation et de Traitement de l'eau potable pour des services de petites tailles en régions défavorisées, Agro Paris Tech, Montpellier, Cedex 4, P : 7.
- 65- **MYRAND D., 2008** - Guide technique : captage d'eau souterraine pour des résidences isolées, Québec, P04.
- 66- **MUTIN G., 1977** - La Mitidja, décolonisation et espace géographique. Ed. Office Publ. Univ., Alger, 606 p
- 67- **OMS., 1980** - Nitrates, nitrites et composés N-nitroso. OMS .Série critique d'hygiène de l'environnement, Genève.
- 68- **OMS., 2005** - Célébration de la décennie internationale d'action : L'eau source de vie 2005-2015, Journal mondial de l'eau 2005, Guide de sensibilisation, Genève, Suisse, P 34.

- 70- **O.R.G.M** (1999). Livret des substances utiles non métallique de l'Algérie; wilaya de Ghardaïa, Rapport de l'Offi. Rég. Géol. Min., Boumerdès, P34
- 71- **OZENDA P., 1991** - Flore et végétation du Sahara 3 édition. CNRS Paris. P 662.
- 72- **OZENDA P., 1983** – Flore du Sahara. Ed. Centre nati. rech. sci. (C.N.R.S.), Paris, P 622.
- 73- **OULAD MEBARAK M., (2016)**.les analyse bactériologique et physicochimique de l'eau. Rapport de stage A.D.E. Ghardaïa.
- 74- **OULED SIDI OMAR S., 2016** - Contribution à l'étude de la détermination de la qualité physico-chimique des forages de la région de Metlili (Wilaya de Ghardaïa).Mémoire De Master, université de Ghardaïa .P 65.
- 75- **OULED SIDI AMOR T., 2016** - Vulnérabilité a la pollution des eaux de la nappe Superficielle de la vallée du M'Zab, Mémoire de Master, Université de Ouargla.
- 76- **PAJOUES JACQUELINE., 2007** - le petit Larousse.
- 77- **RAPINAT M., 1982** - « L'eau », Presse universitaire de France.1re édition.
- 78- **REJSEK F., 2002** - Analyse Des Eaux ; Aspects Réglementaires Et Techniques, Sceren. Paris
- 79- **RODIER J., 1984** - L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer.9eme édition: Dunod, Paris.
- 80- **RODIER J., 1996**. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.6eme édition: Dunod, Paris.
- 81- **RODIER J., 1996** - L'analyse De L'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer, 8ème édition. Dunod.
- 82- **RODIER J., 1999** - L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.7eme édition: Dunod, Paris.
- 83- **RODIER J., 2005** - L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris.
- 84- **SCHUDEBOOM J.,** Nitrates et Nitrites dans les denrées alimentaires, éditions du Conseil de l'Europe, Strasbourg, 1993, p 11.
- 85- **TIRRICHE H., 2010** – L'état phytosanitaire des palmeraies algériennes, principaux axes de recherche et développement à prendre en charge. Workshop sur l'agriculture Saharienne : Enjeux et perspectives. Ouargla, le 03 Mai 2010.
- 86- **VALVERDE A.L., 2008** - Comprendre le cycle de l'eau, bulletin de l'OMM, Vol 57, N°3,55p.
- 87- **WHO (World Health Organization) ., 1994** - Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2eme édition. Vol 2.Genève.

- 88- **ZERGOUN Y., 1994** - Peuplement orthoptérologiques à Ghardaïa. Thèse Magister. Inst. nati. Agro. El-Harrach, 192 p.
- 89- **ZELLA L., 2007** - L'eau pénurie ou incurie. Edition: OPU. Office des Publications Universitaires.
- 90- **Site Internet** : <http://earth.google.fr>, (2018).

# Annexe

**Tableau 01 : Les normes OMS et Algériennes de l'eau potable**

Caractéristiques Physiques-chimiques	N. Algérienne	OMS	Unité
température	25		°C
ph	6.5_8.5	6.5_8.5	-
conductivité	2800	2500	
turbidité	1_2	5	NTU
TDS	2000	2000	Mg /l
Salinité	5	5	Mg /l
calcium	75_200	200	Mg /l
magnésium	150	150	Mg /l
chlorures	200_500	250	Mg /l
TH	500	500	Mg /l
TAC	250	250	Mg /l
Résidus sec	2000	1500	Mg /l après séchage
sulfates	200_400	400	Mg /l
fer	0.3	0.3	Mg /l
nitrite	0.1	3	Mg /l
Ortho-phosphate	5	5	Mg /l
ammonium	0.05_0.5	0.5	Mg /l

**Tableau 02 : caractérisation générale des trois forages**

Caractéristiques des forages						
Nom de forage	Date de mise en service	Débit exploitation L /s	Qualité des eaux	Etat actuelle du forage	Volume	symbole
Berriane 6	1984	15	Bonne	Exploité	37200	F1
Bahmed-Ouelhaj	1995	23	Bonne	Exploité	19770	F2
Sidi Abed Kader	1959	25	Bonne	Exploité	54638	F3

### 3-Préparation des solutions

#### 1-Solution de nitrate d'argent 0.02N

- Nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ )  $m=3.40\text{g}$
- Eau distillée  $V=1000\text{ml}$

#### 2-Solution d'acide sulfurique 0.02N

- Acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  $V=0.54\text{ml}$

- Eau distillée V=1000ml

### **3-Solution méthyle d'orange 1%**

- Méthyle d'orange m=1g
- Eau distillée V=99ml

### **4-Solution EDTA 0.02N=0.01M**

- EDTA m=3.725g
- Eau distillée V=1000ml

### **5-Solution phénolphtaléine 0.5%**

- Phénolphtaléine m= 0.5g
- Alcool éthylique (éthanol 96%) V=100ml
- Eau distillée V=100ml

### **6-Solution Na-OH 0.1N**

- Na-OH m=1.124g
- Eau distillée V=275ml

### **7-Solution H Cl 0.1N**

- H Cl V=8ml
- Eau distillée V=1000ml

### **8- Solution Chromate de potassium**

- Chromate de potassium  $K_2CrO_4$  m=10g
- Eau distillée V= 100ml

### **9-Solution de chlorure de baryum**

- Chlorure de baryum ( $BaCl_2 \cdot H_2O$ )= 100 g
- Eau distillée = 1000 ml.

### **10-Réactif mixte**

- Sulfanilamide 40g
- Acide phosphorique 100mg
- N1 Naphtyle éthylène diamine 2g
- H<sub>2</sub>O distillée 1000ml

### **11-Solution chlorée**

- ricitrate de sodium 130g
- Salicylate de sodium 130g
- Nitropruciate de sodium 0,97g
- H<sub>2</sub>O distillée 1000ml

### **12-Acide ascorbique**

- Acide ascorbique 10 g
- Eau distillée 100ml

### **13-Salicylate de sodium**

- 0.125g de Salicylate de sodium
- 25ml de l'eau distillé

### **14-Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine à 100g /l**

- 10g de chlorhydrate d'hydroxylamine
- 100 ml l'eau distillé
- Cette solution est stable pendant une semaine

### **15-Solution de phénantroline 1.10**

- 0.5g de chlorure de phénantroline 1.10 monohydrate
- 100ml l'eau distillé



## **16-Solution tampon acétate**

- 40g d'acétate d'ammonium
- 50ml d'acide acétique cristallisable
- Et complété à 100ml de l'eau distillé

**ملخص:** تعتبر المياه مورداً طبيعياً ثميناً وضرورياً للعديد من الاستخدامات تتمثل أهميتها في الري والغذاء والاستهلاك البشري والاحتياجات المنزلية وحتى استخدامها لمختلف الأنشطة الصناعية، وهى عنصر طبيعى ضرورى للحياة. تتميز ولاية غرداية بمناخ جاف. فى الواقع تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسى لتلبية الاحتياجات الزراعية وإمدادات مياه الشرب للسكان. الهدف الرئيسى من هذه الدراسة هو تعيين نوعية المياه الجوفية فى منطقة بريان (ولاية غرداية). تم إجراء التحليل وتحديد الجودة الفيزيائية والكيميائية على تسعة (9) عينات مأخوذة من ثلاثة آبار ذات إمالة وعمق مختلف خلال فترة ثلاثة أشهر من ثلاثة فصول مختلفة (نوفمبر 2017، فيفري و مارس 2018) من طبقات المياه الجوفية تستخدم للاستهلاك البشري وللزراعة. النتائج التى تحصلنا عليها بينت أن اغلب المعايير التى قمنا بدراستها طبقت مقاييس منظمة الصحة العالمية و المعايير الجزائرية.

**كلمات البحث:** المياه، بريان، غرداية، الجودة الفيزيائية الكيميائية، منظمة الصحة العالمية.

**Résumé :** L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle pour de multiples usages grâce à son importance dans l'irrigation, l'alimentation et consommation humaine en eau potable, les usages domestiques et même son utilisation pour les différentes activités industrielles donc c'est un élément naturel nécessaire à la vie. La wilaya de Ghardaïa se caractérise par un climat aride. En effet les eaux souterraines sont considérées comme la source principale pour la satisfaction des besoins agricoles et d'approvisionnement en eau potable pour la population. Le principal objectif de cette étude est un diagnostic de la qualité d'eaux souterraines de la zone de Berriane (wilaya de Ghardaïa). L'analyse et la détermination de la qualité physico-chimique ont été réalisées sur 9 échantillons prélevés de trois forages de différentes inclinâtes et différentes profondeurs durant une période de trois mois de trois saisons différentes (novembre 2017, février et mars 2018) de nappes aquifères (Albien), utilisées pour la consommation humaine et pour la culture. Les résultats ont montré que la plupart des paramètres mesurés respectent les normes de potabilité de l'eau selon l'OMS et les normes algériennes.

**Mots clés :** l'eau, Berriane, forages, Ghardaïa, qualité physico-chimie, OMS.

**Abstract:** The water is a precious and essential natural resource for multiple uses(practices) thanks to its importance in the irrigation, the food(supply) and the human consumption in drinking water, the domestic uses and his(her,its) use for the various industrial activities thus it is a natural element necessary for the life. The wilaya of Ghardaïa is characterized by a dry climate. Indeed subterranean waters are considered as the main source (spring) for the satisfaction of the agricultural needs and the drinking water supply for the population. The main objective of this study is a diagnosis of the quality of subterranean waters of the zone of Berriane (wilaya of Ghardaïa).

The analysis and the determination of the physico-chemical quality were realized on 9 samples taken by three drillings of different inclinantes and various depths during a period of three months of three different seasons (in November, 2017, February and March, 2018) of ground waters (Albien), used for the human consumption and for the culture. The results (profits) showed that most of the moderate parameters respect the standards of drinkability of the water according to the WHO and the Algerian standards.

**Key words:** the water, Berriane, drillings, Ghardaïa, quality physical chemistry, WHO.