

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur

Et de La Recherche Scientifique

Université de Ghardaïa

Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre

Département de Biologie

**Mémoire de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de  
MASTER ACADEMIQUE**

**Domaine :** Science de la nature de la vie

**Filière :** Ecologie et environnement

**Spécialité :** Ecologie

**PAR : M<sup>elle</sup>. DJEKAOUA Nourelhouda**

**M<sup>elle</sup>. LAHRECHE Habiba**

**THEME :**

**Evaluation de la qualité biologique des eaux  
de l'aquifère alimentant la commune de  
Metlili (Wilaya de Ghardaïa)**

**Soutenu publiquement le :**

**Devant le jury :**

<b>M. KEMASSI A.</b>	<b>Professeur</b>	<b>Univ. Ghardaïa</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>elle</sup>. BENHEDID H.</b>	<b>M.A.B.</b>	<b>Univ. Ghardaïa</b>	<b>Examineur</b>
<b>M. KRAIMAT M.</b>	<b>M.C.B.</b>	<b>Univ. Ghardaïa</b>	<b>Encadrant</b>
<b>M<sup>me</sup>. OULED HEDDAR M.</b>	<b>Doctorante</b>	<b>Univ. Ghardaïa</b>	<b>Co-encadrant</b>

**Année universitaire 2019/2020**



N° d'ordre :

N° de série :



*Avant tout nous remercions notre Dieu de nous avoir donné la force et la foi afin de réaliser ce travail.*

*Nous tenons à remercier monsieur **Mr. KRAIMAt Mohamed Enseignant** chercheur responsable des laboratoires pédagogiques, notre promoteur qui nous a proposé ce travail et accepté de nous encadrer. Son avis et ses remarques, ses critiques et ses qualités humaines apportées tout au long de ce travail nous ont été précieuses. Pour la même occasion, nous tenons à remercier membres de jury : **Mr. KEMASSI.A** et **Melle. BENHEDID. H.***

*Les travaux qui ont fait l'objet de ce mémoire ont été effectués au laboratoire de C.A.C.Q.E. nous exprimons nos respects aux remerciements à Mme **HAILI Noura** Directrice de laboratoire pour nous avoir accueillis dans son laboratoire, ainsi qu'à Mlle **BENLARABI Hadjer Manal** Inspectrice de la répression des fraudes pour leur confiance et le soutien, qu'ils m'ont accordés, m'ont permis de mener à bien ce travail.*

*Nos remerciements vont aussi à tous les personnels d'ADE de la commune de METLILI surtout **M. OULED LAID** qui m'ont facilité l'accès et l'acquisition des données nécessaires à la réalisation de ce travail.*

*Notre reconnaissance va à tous les habitants qui ont autorisé à utiliser leur puits pour effectuer les prélèvements d'eau et à toutes les personnes qui ont encouragé même avec un sourire, nous nous remercions de tous mes cœurs. Nous remercions toute personne ayant contribué à l'élaboration de ce travail.*

***Nourelhouda&Habiba***



*Je dédie ce travail :*

*A la plus chère à mon cœur, la bougie qui a éclairé ma vie et qui a contribué à ma réussite, qui me toujours aidée avec sa d'Oaa, ses conseils précieuses et j'espère rendre tout ce qu'elle a fait pour moi,  
**ma belle-mère.***

*Au plus grand amour dans ma vie, à la prunelle de mes yeux, le meilleur guide de ma vie et qui n'a jamais cessé de m'encourager,  
**mon cher père.***

*A mes chères sœurs **Ines** et **Djomana**, les princesses de ma vie.*

*A mes chers frères **Isshak**, **Aymen** et **Khossai** pour ses encouragements.*

*A mes chères grandes mères et mes chers grands-pères.*

*A l'âme de Mon grand-père **K.I.** (1945-2019).*

*A ma chère tante **Massouda**.*

*A mon binôme **Habiba** qui a partagé avec moi les bons et les durs moments.*

*A mes chères amies **Hakima**, **Mordia** et **Donia**.*

*A toute la famille paternelle et maternelle.*

*Nour elhouda*





*Je dédie ce travail :*

*A la plus chère à mon cœur, la bougie qui a éclairé ma vie et qui a contribué à ma réussite, qui me toujours aidée avec sa d'Oaa, ses conseils précieuses et j'espère rendre tout ce qu'elle a fait pour moi,  
ma belle-mère.*

*Au plus grand amour dans ma vie, à la prunelle de mes yeux, le meilleur guide de ma vie et qui n'a jamais cessé de m'encourager,  
mon cher père.*

*A mes chères sœurs Fatima Zohra et Fadoua, les princesses de ma vie.*

*A mes chers frères Othman et Abd Nour pour ses encouragements.*

*A l'âme de mes grands-parents :LAHRECHE. H (1937-1998),*

*LAHRECHE O.L (1937-2020)*

*A mes chères grandes mères*

*A ma chère tante Souad.*

*A mon binôme Nour Elhouda qui a partagé avec moi les bons et les durs moments.*

*A mes chères amies Mordia et Donia.*

*A toute la famille paternelle et maternelle.*

*Habiba*



## Résumé

### Evaluation de la qualité biologique des eaux de l'aquifère alimentant la commune de METLILI (Wilaya de Ghardaïa)

Ce travail consiste en analyse physique et microbiologique de l'eau de puits de la région de Metlili, située au sud de la wilaya de Ghardaïa à une distance de 45 Km, elle couvre une superficie de 7300 Km<sup>2</sup> dans une perspective d'évaluer la qualité microbiologique des eaux des puits provenant dans cette région et les maladies liées à ces eaux.

Les analyses physiques de l'eau ont montré que le pH de l'eau varie entre 6.86 et 7.34, indiquant des valeurs moyennes conformes aux normes de l'OMS. Les valeurs de conductivité électrique varient, en revanche, entre 674 et 7700 µS/cm, ce qui traduit une salinité assez importante de ces eaux et les rend non conformes aux normes de l'OMS sauf que pour certains puits. L'analyse microbiologique de l'eau de ces puits a montré une présence totale des germes pathogènes ce qui nous a permis de juger que ces eaux peuvent provoquer des maladies à transmission hydrique pour la santé humaine et de pollution pour l'environnement.

**Mots clés :** eau, puits, maladie hydrique, analyse, microbiologique, physique, Metlili.

## **Abstract**

This work consists of the physical and microbiological analysis of the well water in the METLILI region, located to the south of the wilaya of Ghardaia at a distance of 45 km, it covers an area of 7300 Km<sup>2</sup>.with a view to assessing the microbiological quality of water well originating in this region and diseases associated with these waters. The electrical analyzes vary, on the other hand between 674 and 7700 uS/cm, which reflects a fairly high salinity of these waters and makes them non-compliant with the WHO standards except for certain wells.

The microbiological analysis of the water from these wells showed a total presence of pathogenic germs which allowed us to judge that these waters can cause water-borne diseases for human health and pollution for physics of the water have shown that the pH of the water varies between 6.86 and 7.34, indicating average values in accordance with WHO standards conductivity values.

**Key-words:** water, well, water-borne disease, microbiological, physical, analysis, Metlili.

## ملخص

يتكون هذا العمل من التحليل الفيزيائي والميكروبيولوجي لمياه الآبار في منطقة متليلي الواقعة جنوب ولاية غرداية على مسافة 45 كم ' ويغطي 7300 كم<sup>2</sup> ' بهدف تقييم الجودة الميكروبيولوجية لمياه الآبار التي منشؤها هذه المنطقة والأمراض المصاحبة لهذه المياه من ناحية أخرى.

تتنوع التحليلات الكهربائية بين 674 و7700 مما يعكس درجة ملوحة عالية إلى حد ما لهذه المياه ويجعلها غير متوافقة مع معايير منظمة الصحة العالمية باستثناء بعض الآبار. كما أظمر التحليل الميكروبيولوجي لمياه هذه الآبار وجودا كليا للجراثيم المسببة للأمراض مما سمح لنا بالحكم على أن هذه المياه يمكن أن تسبب أمراضا تنقلها المياه لصحة الإنسان وتلوثها.

أظهرت فيزياء المياه أن الأس الهيدروجيني للمياه يتراوح بين 6.86 و7.34 مما يشير إلى القيم المتوسطة وفقا لمعايير منظمة الصحة العالمية.

**الكلمات المفتاحية:** المياه ' الآبار ' الأمراض المنقولة بالمياه ' التحليل الميكروبيولوجي والفيزيائي.

---

## Liste des tableaux

---

N°	Titre	Page
<b>Tabl. 1</b>	Caractéristique géographique de station climatologique. (ONM)	<b>16</b>
<b>Tabl. 2</b>	Température moyennes mensuelles et annuelles de Ghardaïa (1998 -2018) (ONM ,2019)	<b>16</b>
<b>Tabl. 3</b>	Vitesses moyennes mensuelles des vents à la station de Ghardaïa (1998- 2018) (ONM, 2019)	<b>17</b>
<b>Tabl. 4</b>	Humidité relative moyenne mensuelle de Ghardaïa (1998 -2018).(ONM, 2019)	<b>18</b>
<b>Tabl. 5</b>	Evaporation moyenne mensuelle de Ghardaïa (1998 -2018) (ONM, 2019)	<b>20</b>
<b>Tabl. 6</b>	Durée mensuelle de l'insolation totale (heures) station ONM Ghardaïa (Période 1998 à 2018) (ONM, 2019)	<b>20</b>
<b>Tabl. 7</b>	Précipitations moyennes annuelle de Ghardaïa (1998- 2018) (ONM, 2019)	<b>21</b>
<b>Tabl. 8</b>	Précipitations moyennes mensuelles de Ghardaïa (1998- 2018) (ONM, 2019)	<b>22</b>
<b>Tabl. 9</b>	Bilan hydrique de la station de Ghardaïa dans la période (1998-2018)	<b>25</b>
<b>Tabl. 10</b>	Regroupe les milieux de culture	<b>39</b>
<b>Tabl. 11</b>	Résultats des coliformes totaux et des streptocoques fécaux.	<b>47</b>

---

## Liste des figures

---

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Fig. 1</b>	Carte présente la localisation de la région de Metlili	<b>13</b>
<b>Fig. 2</b>	Carte occupation de sol la région de Metlili (logiciel surfer) (BENESSEDDIK, 2018)	<b>15</b>
<b>Fig. 3</b>	Température Mensuelle de la région Ghardaïa	<b>17</b>
<b>Fig. 4</b>	Vitesses moyennes mensuelles des vents (1998-2018)	<b>18</b>
<b>Fig. 5</b>	Humidité mensuelles de la région de Ghardaïa (1998-2018)	<b>19</b>
<b>Fig. 6</b>	Evaporation mensuelle de la région de Ghardaïa (1998-2018).	<b>20</b>
<b>Fig. 7</b>	Insolation mensuelle de la région de Ghardaïa (1998-2018)	<b>21</b>
<b>Fig. 8</b>	Précipitation mensuelle de la région de Ghardaïa (1998-2018)	<b>22</b>
<b>Fig. 9</b>	Diagramme Pluviothermique de BAGNOULS et GAUSSEN caractéristique de la région de Ghardaïa (1998-2018)	<b>23</b>
<b>Fig. 10</b>	Etage bioclimatique de la région de Ghardaïa selon le Climagramme D'Emberger	<b>24</b>
<b>Fig. 11</b>	Carte de bassin version de la Vallée de METLILI (ANRH- 2016)	<b>27</b>
<b>Fig. 12</b>	Coupe géologique schématique de la région du M'Zab (source ANRH).	<b>28</b>
<b>Fig. 13</b>	Carte montrant les nappes aquifères du Sahara Algérien ; Continental Intercalaire : CI - Le Complexe Terminal : CT (Fifati, 2012).	<b>30</b>
<b>Fig. 14</b>	Coupe hydrogéologie NE-SW du bassin SASS (UNISCO, 1972).	<b>30</b>
<b>Fig. 15</b>	Carte de localisation des puits (logiciel SIG)	<b>35</b>
<b>Fig. 15</b>	Localisation des points des prélèvements (logiciel SIG)	<b>36</b>
<b>Fig. 16</b>	Lecteur des Tubes	<b>41</b>
<b>Fig. 17</b>	Présence d'E-Coli	<b>42</b>
<b>Fig. 18</b>	Variation des coliformes totaux de chaque échantillon des eaux des puits des différentes stations	<b>49</b>
<b>Fig. 19</b>	Carte de variation spatiale des coliformes totaux des eaux	<b>50</b>

phréatiques de la région de Metlili.

<b>Fig. 20</b>	Variation des <i>E. Coli</i> de chaque échantillon des eaux des puits des différentes stations	<b>51</b>
<b>Fig. 21</b>	Carte de variation spatiale des <i>E. Coli</i> des eaux phréatiques de la région de Metlili.	<b>52</b>
<b>Fig. 22</b>	Variation des streptocoques de chaque échantillon des eaux des puits des différentes stations	<b>53</b>
<b>Fig. 23</b>	Carte de variation spatiale des streptocoques des eaux phréatiques de la région de Metlili	<b>54</b>
<b>Fig. 24</b>	Variation des streptocoques D de chaque échantillon des eaux des puits des différentes stations	<b>55</b>
<b>Fig. 25</b>	Carte de variation spatiale des streptocoques D des eaux phréatiques de la région de Metlili	<b>56</b>
<b>Fig. 26</b>	Variation du pH des eaux des puits des différentes stations	<b>57</b>
<b>Fig. 27</b>	Carte de variation spatiale de pH des eaux d'aquifère de la région de Metlili	<b>58</b>
<b>Fig. 28</b>	Variation de la conductivité des eaux des puits des différentes Stations	<b>59</b>
<b>Fig. 29</b>	Carte de variation spatiale de conductivité des eaux d'aquifère de la région de Metlili	<b>60</b>
<b>Fig. 30</b>	Variation de la profondeur des puits des différentes stations.	<b>61</b>
<b>Fig. 31</b>	Carte de variation spatiale de la profondeur des puits de la région de Metlili	<b>61</b>

---

## Liste des photos

---

<b>Photos</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Photo. 1</b>	Echantillonnages pour l'analyse microbiologique	<b>37</b>
<b>Photo. 2</b>	Echantillonnages pour l'analyse physico-chimique	<b>37</b>
<b>Photo. 3</b>	Résultat final de test confirmatif ; présence et absence de streptocoques D	<b>43</b>

## Liste des abréviations

**ADE** : Algérienne Des Eaux.

**ALG** : Algérienne.

**CE** : Conductivité Electrique.

**CF** : Coliformes Fécaux.

**EC**: *Escherichia coli*.

**pH** : Potentiel D'hydrogène.

**T°** : Température.

**US/cm** : Micro-Simens Par Centimètre.

**GPS**: Global Positing System.

**Cm**: Centimetre.

**D/C** : Double Concentration.

**S/C** : Simple Concentration.

**Km** : Kilomètre.

**NPP** : Nombre Le Plus Probable.

**MTH** : Maladies Transmission Hydrique.

**BCPL** : Bouillon Lactosé Au Pourpre De Bromocréarol.

**OMS** : Organisation Mondiale De La Santé.

**Bouillon Rothe** : Bouillon à l'azide de sodium.

**C°** : Degré Celsius.

**(+)** : Positive.

**(-)** : Négative.

**OSS** : Observation Du Sahara Et Du Sahel.

**ONM** : Office Nationale De La Météorologie.

**SASS** : Système Aquifère du Sahara Septentrional.

**CI** : Continental Intercalaire.

**CT** : Complexe Terminal.

**ETP** : Evapotranspiration Potentiel.

**DA** : Déficit Agricole.

**ANRH** : Agence Nationale Des Ressources Hydriques.

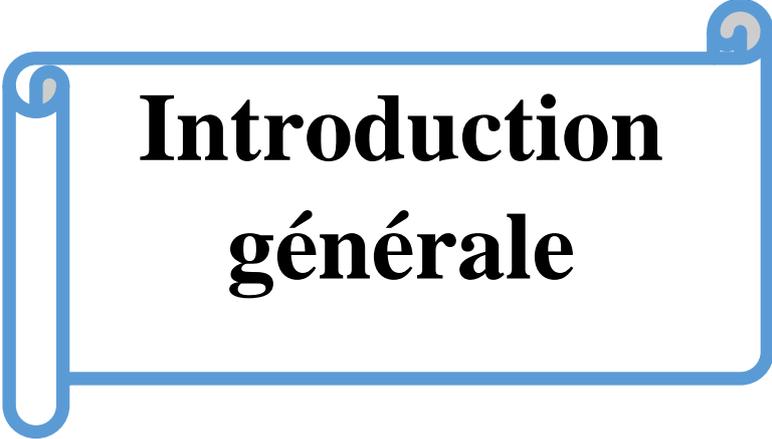
**ERESS** : Etude de ressources en eau dans le Sahara septentrional.

## Table de matière

Remerciement.....	I
Dédicace.....	II
Résumé.....	III
Liste des tableaux.....	IV
Liste des figures.....	V
Liste des photos.....	VI
Liste des abréviations.....	VII
Introduction .....	1
Matériels et méthodes.....	11
1 chapitre 01	
1.1 Présentation de la région d'étude.....	11
1.2 Etude géographique.....	12
1.2.1 Situation géographique de la zone.....	12
1.3 Occupation du sol.....	13
1.3.1 Structure des exploitations agricoles.....	14
1.3.1.1 Système oasien de l'ancienne palmeraie .....	14
1.3.1.2 Mise en valeur.....	14
1.4 Paramètre climatique.....	15
1.4.1 Climatologie.....	15
1.4.2 Température.....	16
1.4.3 Vents.....	17
1.4.4 Humidité.....	18
1.4.5 Evaporation .....	19
1.4.6 Isolation.....	20
1.4.7 Précipitation.....	21
1.4.7.1 Précipitation annuelles.....	21
1.4.7.2 Précipitation moyenne mensuelles.....	21
1.4.8. Diagramme pluviothermique de GAUSSE et BAGNOULS.....	22
1.4.9. Climagramme d'Emerger.....	23

1.4.10 Bilan hydrique.....	25
1.5 Hydrologie.....	25
1.6 Géologie de la région.....	27
1.6.1 Géologie régionale.....	27
1.6.2 Géologie locale.....	28
1.6.2.1 Turonien.....	28
1.6.2.2 Cénomaniens.....	28
1.6.2.3 Albien.....	28
1.6.3 Quaternaire.....	28
1.6.4 Tectonique.....	29
1.7 Hydrogéologie.....	29
1.7.1 Définition du système aquifère (SASS).....	29
1.7.1.1 Complexe terminal (CT).....	31
1.7.1.2 Continental intercalaire (CI).....	32
1.7.2 Présentation du système aquifère de la région de METLILI .....	32
1.7.2.1 Nappe phréatique.....	32
1.7.2.2 Nappe albienne .....	32
1.7.3 Gestion des ressources hydriques de la région d'étude.....	33
2 Chapitre 02	
2.1 Choix des sites.....	34
2.2 Localisation des sites des prélèvements.....	34
2.3 Mode de prélèvement.....	35
3.1 Prélèvement d'eau pour l'analyse bactériologique.....	35
3.2 Prélèvement d'eau pour l'analyse physique.....	36
2.4 Matériels.....	37
2.4.1 Analyse microbiologique.....	37
2.4.1.1 Verreries.....	37
2.4.1.2 Appareillages.....	37
2.4.1.3 Outils.....	37
2.4.1.4 Réactifs.....	37

2.4.1.5 Milieux de cultures.....	37
2.4.2 Analyse physique.....	38
2.4.2.1 PH.....	38
2.4.2.2 Conductivité électrique.....	38
2.5 Méthodologie.....	38
2.5.1 Une étude de terrain en vue.....	39
2.5.2 Analyse microbiologique.....	39
2.5.2.1 Recherche de coliformes totaux.....	39
2.5.2.2 Recherche des streptocoques fécaux en milieu liquide.....	41
2.5.3 Analyse physique.....	42
2.5.3.1 PH.....	42
2.5.3.2 Conductivité électrique.....	43
Résultat et discussion générale.....	45
Conclusion.....	64
Référence bibliographique.....	67
Annexe.....	72



**Introduction  
générale**

# ***Introduction générale***

---

## **Introduction générale**

L'écosystème est un système dynamique constitué par un grand nombre d'individus vivant (biocénose) dans un même milieu inerte (biotope) et qui se maintient et se régularise grâce à de très nombreuses relations entre ses composants « interactions biocénose / biocénose et biocénose /biotope » (TALEB, 2005).

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et dans l'activité humaine. C'est une composante majeure du monde minéral et organique. Elle participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. Elle est aussi considérée comme un transporteur potentiel de nombreuses maladies (AOUISSI, 2010).

L'eau reste l'élément moteur de la vie et une composante primordiale de la vie générale, la présence de l'eau conforme la présence de la vie. Plus couramment démontre à quel point la vie de l'homme dépend de cette source et sans aucun doute relié à celle-ci, toute fois une eau non traitée ou mal traitée peut être une réserve et milieu de prolifération d'un nombre important de germes et bactéries qui peuvent nuire à la santé de l'être humain (TALEB, 2005).

Pour être consommée, l'eau doit répondre à des critères de qualité très stricts. Fixés par le ministère de la santé, les critères d'une eau propre à la consommation ; sont au nombre de 63, ils portent sur (AOUISSI, 2010) :

- ❖ La qualité microbiologique : L'eau ne doit contenir ni parasite, ni virus, ni bactérie pathogène.
- ❖ La qualité chimique : Les substances chimiques autres que les sels minéraux font l'objet des normes très sévères. Ces substances sont dites ; indésirables ; ou ; toxiques ;
  - Les substances indésirables : leur présence est tolérée tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil (le fluor et les nitrates par exemple).
  - Les substances aux effets toxiques : le plomb et le chrome en font partie.
- ❖ La qualité physique et gustative : l'eau doit être limpide, claire, aérée et ne doit présenter ni saveur ni odeur désagréable.

L'altération de l'environnement naturel, notamment le milieu aquifère est devenu progressivement une préoccupation mondiale. En Algérie, la principale source de

## ***Introduction générale***

---

satisfaction de la demande en eau est l'eau souterraine, du fait de son exploitation relativement facile. Elle est définie comme le facteur principal du développement de la région saharienne. En effet, le pays possède la plus grande réserve d'eau dans le Nord d'Afrique, connue par le Continental Intercalaire (Albien) (FIFATI, 2012).

La croissance démographique et la modernisation de l'agriculture entraînent un problème énorme de détérioration de la qualité de cette source souterraine, souvent existante en quantité limitée. Le mécanisme de cette pollution des eaux souterraines est un processus évolutif dans l'espace et dans le temps et il est difficilement maîtrisable (AOUISSI, 2010).

Les réserves disponibles en eau naturelle sont constituées d'eaux souterraines (nappe souterraines) des eaux terrestres (barrage, lacs, rivière), des eaux de surface, et en eaux de mer.

Les principales sources d'eau potable sont les eaux de surface. Ces eaux s'avèrent souvent impropres à la consommation en raison de la pollution générée par nos activités urbaines, industrielles et agricoles. En effet, la qualité des eaux de surface varie selon les régions et les périodes de l'année. La nature et l'intensité des activités ne permettent pas toujours au cours d'eau de diluer ou de neutraliser la pollution à un niveau acceptable, si bien que l'eau ne peut pas être utilisée pour la consommation. L'emplacement des prises d'eau par rapport aux sources de pollution est aussi déterminant pour la qualité de l'eau. Il convient ainsi de situer la prise d'eau en amont d'une source importante de pollution et de protéger cette prise d'eau en interdisant l'émission de contaminants aux alentours dans une zone d'une étendue respectable. La qualité des eaux de surface varie fortement suivant leurs origines. Selon le cas elles sont naturellement riches en matières en suspension et en matières organiques naturelles, acides peu minéralisées, ...elles sont également vulnérables aux pollutions. De ce fait, les eaux de surface nécessitent des installations de traitement conséquentes comprenant généralement des opérations de chloration, coagulation, floculation, décantation/flottation, filtration minéralisation. L'eau de surface peut aussi être filtrée sur de charbon actif. L'ozonisation est aussi une technique utilisée pour éliminer les micros-polluants, les germes, les mauvais goûts, les couleurs et les odeurs (KUDRI NEEBELALIA, 2006).

Les eaux souterraines sont toutes les eaux se trouvant sous la surface du sol dans la zone de saturation et en contact direct avec le sol ou le sous-sol. En tant que ressource naturelle

## ***Introduction générale***

---

vitale et plus ou moins renouvelable et parfois transfrontalières, ces eaux posent des questions juridiques particulières. C'est parfois une source de conflit inter ethnique ou entre pays (BENESSEDDIK, 2018).

Ce sont les eaux qui ne sont ni ré-évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement, s'infiltrant dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines. La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes (MOKDADI et MESSAIAHMED, 2015).

Les eaux souterraines représentent une excellente source d'approvisionnement en eau potable. Le filtre naturel constitué par les matériaux géologiques produit le plus souvent une eau de bonne qualité. Leur exploitation présente des avantages économiques appréciables, du fait qu'elles ne nécessitent que peu de traitement et parfois même aucun. Le maintien de cet avantage relatif requiert cependant que des mesures soient prises pour préserver de façon durable la qualité de cette ressource (AOUISSI, 2010).

Les polluants environnementaux de tous genres contaminent l'eau, l'air et la terre mettant en péril les humains et les écosystèmes. De plus, ils sont souvent sources de conflit entre populations et industrie. En adoptant une approche éco systémique globale pour examiner les intérêts tout en assurant l'équilibre des besoins des divers intervenants et la préservation de l'écosystème (Pollution de l'environnement).

Une pollution est un phénomène ou élément perturbateur d'un équilibre établi et plus particulièrement si cet élément est nuisible à la vie. Nous trouvons les pollutions dans les trois (03) états de la matière (BENZAYET, 2010) :

- ✚ Pollution de l'eau (liquide).
- ✚ Pollution de l'air (gaz).
- ✚ Pollution des sols (solide).

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration à cause des rejets industriels non contrôlés, de l'utilisation intensive des intrants chimiques dans l'agriculture et de la mobilisation désordonnée des ressources en eau qui produisent une modification chimique de l'eau et la rendant impropre aux usages souhaités (BENZAYET, 2010).

## ***Introduction générale***

---

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 (BEN ZAYET, 2010).

Les eaux de la nappe phréatique sont plus affectées par des diverses causes de pollution celles-ci sont soit d'origine domestique et/ou urbaine ou encore industrielle (micro-organismes pathogènes, hydrocarbures, solvant, organochlorés...etc.), soit d'origine agricole le rôle des engrais chimiques est aujourd'hui bien identifié dans le cas de la contamination des nappes aquifères par les nitrates. Par ailleurs, une augmentation de la teneur en sulfates et en chlorure des eaux souterraines 'observe également depuis quelques années dans les pays industrialisées (DAJOZR, 2008).

Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. En Algérie, l'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture en Irrigation et l'industrie. (MOHAMMEDI et MAYOU, 2015).

La question de la qualité de l'eau au sein des programmes humanitaires se pose essentiellement en termes de consommation humaine et d'irrigation et la mauvaise qualité de l'eau peut être induite par des activités anthropiques ou par des phénomènes naturels. D'après l'organisation mondiale de la santé (OMS) la qualité d'une eau est définie par des paramètres physiques, chimiques et biologiques, mais aussi l'usage de cette eau (TOURAB, 2013).

Le contrôle de la qualité de l'eau joue un rôle important dans la santé publique car celle-ci est susceptible d'engendrer des altérations catastrophiques sur le sol, sur l'organisme humain et même de toucher à la santé de toute une population (ROUX, 1987).

Les organismes pathogènes qui peuvent être présents dans l'eau sont très nombreux et variés. Leur présence est toujours liée à une pollution fécale de celle-ci. Cependant, il est difficile de les mettre en évidence, d'une part, parce qu'ils sont trop nombreux pour faire l'objet d'une recherche spécifique, et d'autre part, parce que leur identification demeure souvent difficile voire impossible (virus). De plus, leur durée de vie dans l'eau est parfois très courte (TOURAB, 2013).

## ***Introduction générale***

---

Les raisons pour lesquelles, le contrôle de la qualité des eaux est primordial, sont (AOUISSI, 2010):

-Une eau de mauvaise qualité microbiologique peut être responsable de troubles digestifs mais aussi d'infections de la peau et des muqueuses, notamment en cas de lésions ou de sensibilités particulières. La contamination microbiologique peut provenir d'un tas de fumier, d'un assainissement non collectif (fosse septique) défectueux...

-Une eau trop douce ou inversement très dure, un pH (acidité) inadapté peuvent créer des désordres dans l'installation : corrosions, entartrages, usure prématurée de la chaudière, des appareils ménagers.

Généralement, toutes les ressources d'eaux, soient des lacs, des rivières, des fleuves, aussi bien des nappes phréatiques un peu profonds, contient 03 types des germes : typiquement aquatique, tellurique (due par ruissellement) et des germes de contamination humaine ou animale (contamination fécale). Quel que soit le type du germe il peut engendre des maladies infectieuses chez l'homme.

En définitive la majorité des micro-organismes pathogènes (virus, bactéries ou protozoaires) pouvant causer des maladies susceptibles de se trouver dans l'eau, proviennent des déjections humaines ou animales, l'importance de pollution microbiologie nous obliger de faire un traitement avant d'être distribuée au public (BELALA, 2006).

L'analyse microbiologique de l'eau distribuée à la consommation basée sur la recherche des germes nommés sous le concept de « microorganismes indicateurs de contamination fécale ». Ces indicateurs sont spécifiques de la flore intestinale, ils ne sont pas nécessairement pathogènes, mais leur présence en grand nombre dans un milieu aquatique indique l'existence d'une contamination fécale, et donc un risque épidémiologique potentiel (DEBABZA, 2006).

Le contrôle bactériologique réalisé dans ce contexte porte sur la quantification des germes indicateurs de contamination fécale : les coliformes et les streptocoques fécaux. D'autres indicateurs non spécifiques ont été utilisés comme complémentaires : les germes totaux et les clostridium sulfite- réducteurs (DEBABZA, 2006).

□ Les coliformes totaux : Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae,

## ***Introduction générale***

---

correspondent à des bacilles Gram négatif non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs possèdent des propriétés caractéristiques de structure et de culture à 35-37 °C, ils sont sensibles au chlore. (Guide pour l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau en lac).

Ils se répartissent en deux catégories (HAMED, 2012) :

1-les germes thermophiles.

2-les germes psychrophiles (aquatique ou terrigène). Leur intérêt moindre pour détecter une contamination d'origine fécale.

□ Les coliformes fécaux (coliformes Thermo tolérants) : les coliformes fécaux sont un sous-groupe de coliformes totaux, l'existence de ces germes peut être une indication de la présence des micro-organismes entéropathogènes comme les salmonelles (DBABZA, 2005).

Un autre test peut fournir les mêmes indications que celles fournies par le dénombrement des coliformes fécaux, c'est le dénombrement des E. Coli présumés qui correspondent à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane à 44°C (elles présentent les mêmes propriétés que les coliformes totaux mais ils se développent à 44°C dont l'origine fécale est plus nette) (DEBABZA, M. 2005).

Les streptocoques fécaux : ce sont les streptocoques du groupe D. Elles sont des bactéries Sphérique groupées en paires ou en chaînes, Gram positif, catalase négative et anaérobies Facultatifs. Ce groupe est divisé en deux sous-groupes : *Enterococcus* et *Streptococcus* (MAIGA, 2005).

L'eau est une ressource indispensable à la vie. D'autre part, elle représente la première cause de mortalité et de maladie dans le monde. En Algérie, malgré les efforts consentis, les résultats restent à ces jours insuffisants. L'épidémie de choléra qu'a connue l'Algérie en 1986 a causé la mort de 475 personnes. La répercussion financière de cette épidémie est estimée à 01 milliard de D.A... Parmi les infections à transmission hydrique que l'on retrouve en Algérie, on peut citer : la fièvre typhoïde, le choléra, les hépatites infectieuses, les dysenteries, la poliomyélite etc. Il est clair que les changements climatiques ainsi que le mode de gestion de l'eau sont en étroite relation avec l'ampleur des maladies à transmission hydrique. Dans ce contexte, le concept de gestion intégrée des ressources dans un cadre multisectoriel permet d'actionner, au même temps, sur divers facteurs tels

## ***Introduction générale***

---

que : la réhabilitation du réseau d'assainissement et d'alimentation en eau potable, la tarification de l'eau, l'environnement, la prévention visant à assurer une gestion optimale. Par conséquent, il devient nécessaire de faire participer l'ensemble des intervenants dans le domaine de la gestion de l'eau afin d'assurer des résultats notables à un coût minimum. L'hospitalisation devra représenter le dernier recours contre ces maladies (BENAYADA).

Les maladies hydriques sont n'importe quelles maladies causées par la consommation d'eau contaminée par des fèces animales ou humaines, qui contiennent des microorganismes pathogènes (BENAYADA).

L'image globale de l'eau et la santé a une forte dimension locale avec près de 1.1 milliards de personnes encore n'ayant pas d'accès à des sources améliorées en eau potable et près de 2.4 milliards à une hygiène adéquate. Aujourd'hui, il est évident que les maladies dues à l'eau ou à l'hygiène expliquent environ 2.213.000 morts tous les ans et une perte annuelle de 82.196.000 d'années de vie corrigée du facteur invalidité (DALY) (GUERBOUZ, 2006).

L'eau, ressource naturelle indispensable à la vie, est aussi devenue, de manière directe ou induite, la première cause de maladies et de mortalité au monde (REVUE DE PRESSE THEMATIQUE N° 27. 2003).

L'inégalité dans la répartition des ressources en eau de par le monde et l'inéluctable raréfaction dans les régions déjà marquées par le déficit hydrique à cause du climat et /ou des mauvaises pratiques mettent en difficulté le processus d'accès à l'eau des populations notamment dans les pays en développement (AESN, 2010)

En effet, cette situation est d'avantage aggravée par les pollutions diverses et variées émanant des activités agricoles, industrielles ou tout simplement domestiques. L'eau contaminée par des excréments humains ou animaux sont à l'origine des maladies dites maladies fécal, qui sont provoqués par des virus et des bactéries. En conséquence, dans ces pays 80 % des maladies sont dues à l'eau, notamment en Afrique ou une personne sur deux souffre d'une maladie (AUBRY, 2012 ; MONJOU, 1997).

Certaines maladies transmissibles continuent le poser de sérieux problèmes de santé publique en Algérie soit par la tendance extensive, soit par le danger potentielle qu'elles représentent et contre lequel il y a lieu de se prémunir (BOUZIANI, 2000).

## ***Introduction générale***

---

Chaque année des milliers de personnes dans le monde perd leur vie à cause des maladies liées à l'eau.

Selon le rapport de l'organisation mondiale de la santé pas moins de deux millions de morts et les enfants constituent le grand nombre. L'Algérie traverse depuis quelques années une phase de transition épidémiologique marquée par la persistance des maladies transmissibles hydriques caractéristiques des pays en développement et dues à la mauvaise qualité des eaux liée à la pollution anthropique ou naturelle. La situation épidémiologique de la fièvre typhoïde et la dysenterie s'est nettement améliorée au cours de ces dernières années, ainsi les taux d'incidence de l'hépatite virale « A » et les toxi-infections alimentaires sont stables et peu importantes depuis une décennie. La vigilance doit être maintenue d'autant plus que nous affrontons une menace de variabilité climatique sur la qualité des eaux, qui aura malheureusement une incidence sur l'état sanitaire de millions de personnes (JARA, 2017).

Selon le rapport de l'OMS pas moins de deux millions de morts et les enfants en constituent le grand nombre sont dues à des maladies hydriques. En Algérie, malgré les progrès accomplis dans ce domaine, certaines maladies à transmission hydrique persistent (Typhoïde, dysenterie, HVA...) (LAID .2010).

Chaque jour, 6000 personnes meurent dans le monde à cause de maladies diarrhéiques. En 2001, on a ainsi dénombré près de 2 millions de morts, dont plus de la moitié sont des enfants. Ces maladies ont ainsi tué plus d'enfants au cours des 10 dernières années que tous les conflits armés depuis la fin de la seconde guerre mondiale.

La fièvre typhoïde est une infection bactérienne causée par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés. Les symptômes sont des maux de tête, des nausées et l'anorexie. Quelque 16 millions de personnes sont infectées par la typhoïde chaque année pour 600000 morts (SASSON, 2005).

Le choléra est une maladie strictement humaine entraînant une diarrhée avec une déshydratation aigue. Après une courte incubation (quelque heure à 5 jours), la maladie débute par diarrhée fécaloïde, puis aqueuse sans fièvre, associée à des douleurs violentes épigastrique et abdominales et des vomissements en fusées.

La diarrhée devient incoercible, avec des grains réniformes, déshydratation aigue et hypothermique et collapsus cardio-vasculaire.

## ***Introduction générale***

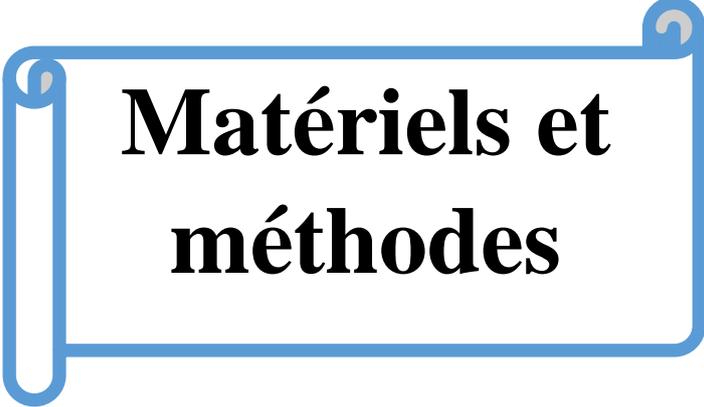
---

Le choléra aussi appelé « maladie des mains sales » est causé par la bactérie *Vibrio cholerae*. Elle retransmet par la consommation d'aliments ou d'eau contaminée par les selles de personnes (site. 1).

En outre, cette étude a permis de montrer l'avantage que peut apporter l'utilisation des techniques du SIG sous environnement, pour le traitement par le modèle numérique de terrain (MNT), l'interpolation des données spatiales, ainsi que l'élaboration des diverses cartes thématique (ACHOUR, 2014).

Dans ce contexte, le but de cette étude était d'évaluer la qualité microbiologique des eaux des puits provenant de la région de Metlili wilaya de Ghardaïa. Pour ce faire, la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux a été examinée dans une perspective d'étudier le seuil de variabilité spatiale de la contamination de ces eaux. Le travail est, en effet, réparti comme suit :

- une introduction générale.
- une deuxième partie réservée à la présentation des matériels et des méthodes mis en œuvre dans ce travail, ainsi aux différents essais menés pour la mise au point des méthodes analytiques.
- Une troisième partie détaille la discussion des résultats obtenus ainsi que leur interprétation, suivie par une conclusion générale.



# **Matériels et méthodes**

## **Chapitre I. Présentation de la région d'étude**

### **1.Introduction**

Le présent chapitre consiste à présenter la région d'étude ensuite le matériel et les méthodes d'analyse, utilisés en vue d'examiner la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la région de Metlili. Les essais de caractérisations ont été effectués au niveau de laboratoire de contrôle de qualité à Ghardaïa.

#### **1.1. Localisation de la région d'étude**

La commune de Metlili est située au sud de la wilaya de Ghardaïa à une distance de 45 Km, elle couvre une superficie de 7300 Km<sup>2</sup>. La population est estimée d'environ de 65.0000 habitants à la fin de 2019, soit une densité de peuplement de 5.02 hab./km<sup>2</sup>. La vallée de Metlili entaillée dans les massifs calcaires du Turonien.

L'activité de la population porte sur les matériaux de construction ; carrières d'agrégat (calcaire), aggro bétons (parpaings, hourdis, buses, dalles, poutrelles, bordures...), plâtres à bâtir et carreaux.

L'agriculture représente la principale activité dans la vallée, l'occupation du sol est de 1045 ha réparti comme suit (ACHOUR, 2014) :

- 815 ha phoeniculteurs d'une production annuelle de 10.139 Qx.
- 117 ha maraîchers d'une production annuelle de 21.780 Qx.
- 13 ha agrumes d'une production annuelle de 611 Qx.
- 100 ha fourrage d'une production annuelle de 18.400 Qx.

Au sein des palmeraies l'occupation du sol est caractérisée par trois étages :

- premier étages : les palmeraies,
- deuxième étage : les arbres fruitiers,
- troisième étage : les cultures maraichères et fourragères en intercalaires.

### **2. Etude géographique**

#### **2.1. Situation géographique de la zone**

METLILI ou METLILI CHAAMBA est une commune de la wilaya de Ghardaïa en Algérie située à 40 km au sud de Ghardaïa. Elle couvre une superficie de 7300 Km<sup>2</sup>. et est repérée par les coordonnées suivantes :

- L'altitude 32° 16' nord et
- La longitude 3° 38' Est,
- Altitude de 455 m.

Elle est limitée :

- Au nord par : la wilaya d'el BAYADH et les communes de Daya, BOUNOURA, El ATTEUF et ZELFANA.
- Au sud par : la commune de SEBSEB.
- A l'est par : la wilaya de OUARGLA.
- A l'ouest par : la wilaya d'EL BAYADH.

## Matériels et Méthodes

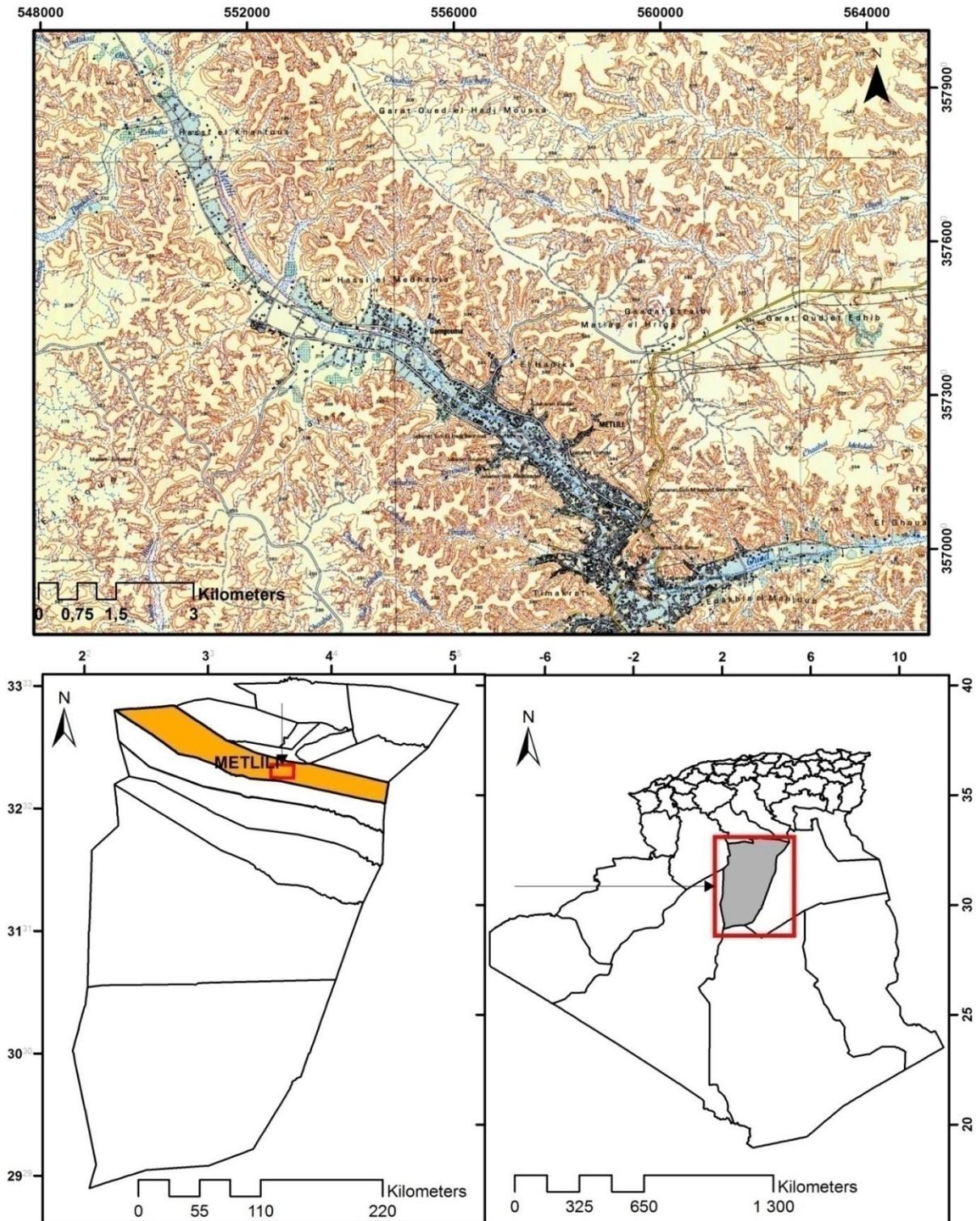


Figure 1. Localisation de la région de Metlili (Originale)

### 3.Occupation du sol

La région de Metlili connu qu'est un zone palmeraie, qui couvre une grande partie de la superficie de la zone, la zone urbanise couvre la petite partie de la superficie, vos

## **Matériels et Méthodes**

---

populations atteint 43.030 habitants, le tissu urbain de la ville est construit par des pôles d'évolution où la ville est en voie de saturation (D.P.A.T, 2009).

### **3.1. Structure des exploitations agricoles**

Le secteur de l'agriculture est caractérisé par deux systèmes d'exploitation ; l'ancienne Palmeraie et la mise en valeur.

#### **3.1.1. Système oasien de l'ancienne palmeraie**

Le système oasien de l'ancienne palmeraie est caractérisé par une forte densité de plantation, palmiers âgés, une irrigation traditionnelle par séguias et des exploitations mal structurées et fortement morcelées (0.5 à 1.5 ha). Ce système caractérisé par des cultures étagées de palmiers dattiers, arbres fruitiers, maraîchage et fourrages en intercalaire des activités d'élevages familiaux sont souvent pratiquées avec des cheptels de petites tailles. (BENSSEDDIK, 2019).

#### **3.1.2. Mise en valeur**

Le système de mise en valeur se scinde en une: (BENSSEDDIK, 2019).

##### **1. Mise en valeur péri-oasienne**

Il s'agit petite mise en valeur, basée sur l'extension des anciennes palmeraies selon un système oasien amélioré et caractérisé par une irrigation localisée, une densité optimale, un alignement régulier, et une exploitation structurée. La taille moyenne est de 2 à 10 ha.

##### **2 .Mise en valeur d'entreprise**

C'est la grande mise en valeur mobilisant d'importants investissements, basée sur l'exploitation exclusive des eaux souterraines profondes et est caractérisée par : structure foncière importante (jusqu'à 500 ha), mécanisation plus importante, irrigation localisée et/ou par aspersion. Pratiquant des cultures de plein champs et vergers phoénicoles et arboricoles. Les cheptels associés aux productions végétales sont importants notamment ovin et bovin.

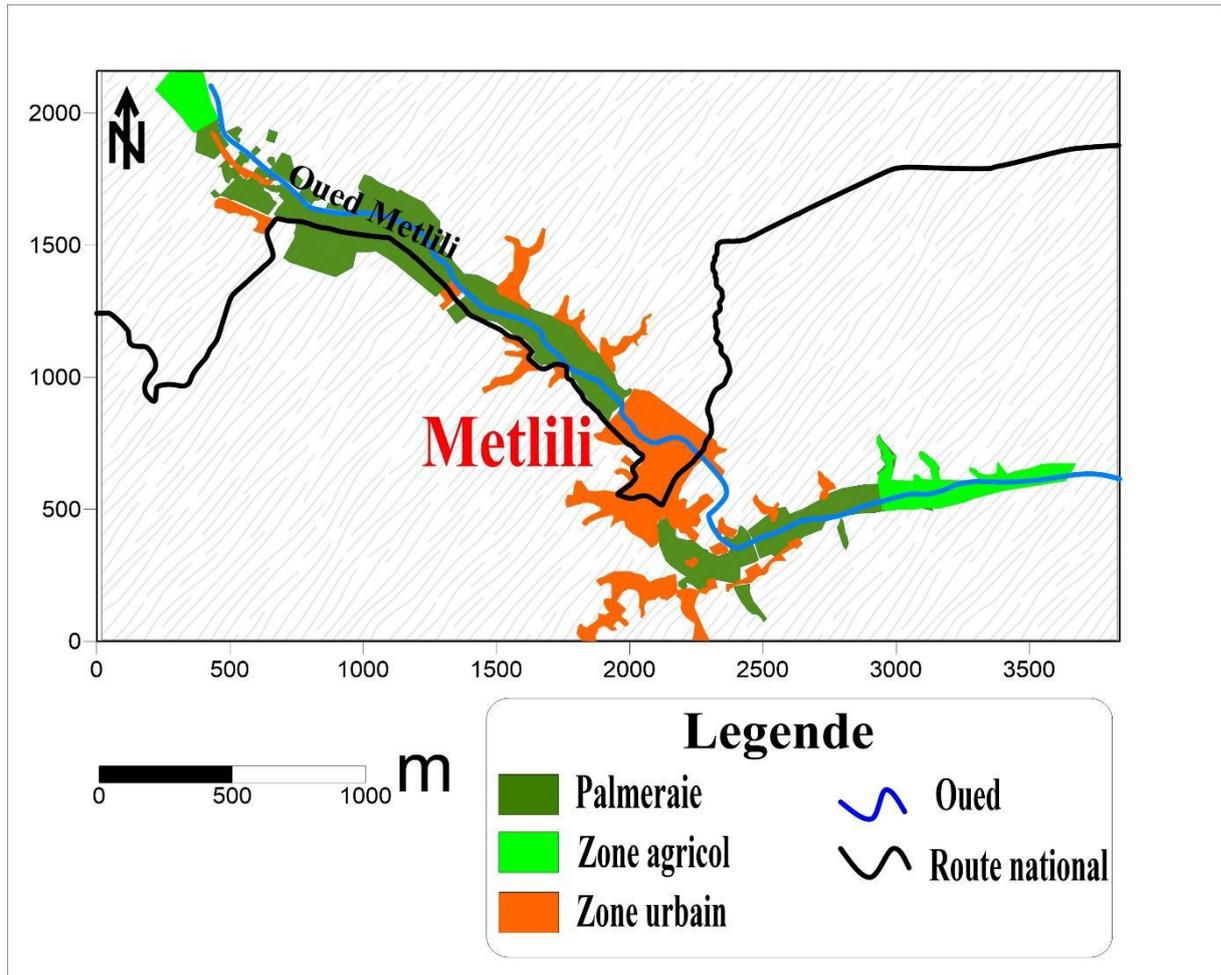


Figure 2. Carte occupation de sol la région de Metlili (logiciel surfer) (BENESSEDDIK, 2018)

## 4.Paramètres climatiques

### 4.1.Climatologie

Le caractère fondamental du climat Saharien est la sécheresse de l'air, mais l'existence des micros-climats jouent un rôle considérable dans les milieux désertiques. Le relief, la présence d'une végétation abondante peuvent modifier localement les conditions climatiques (microclimat). Au sein d'une palmeraie on peut relever un degré hygrométrique élevé, le degré hygrométrie modifie les effets de la température pour l'homme (DUBIEF,1953).

Les éléments qui viennent modifier considérablement les effets de la température par les êtres humains et sur la végétation (BENSSEDDIK, 2019).

## **Matériels et Méthodes**

- L'Humidité
- Le Rayonnement
- La composition des sols
- Le relief, ....

La seule station disponible à l'intérieur de notre bassin versant est celle de l'ONM située près de l'aéroport de Ghardaïa. Ses coordonnées sont : Latitude : 32°23 N Longitude : 03°49 E Altitude : 450 m

Le tableau ci-dessous donne la caractéristique de station.

Tableau 1. Caractéristique Géographique de Station Climatologique (ONM)

Code de la station	Nom de la station	Altitude Z (m)	Coordonnée		Période d'observation
			Latitude	Longitude	
3605660	GHARDAIA « Noumérat »	468	32°24 N	03°48 E	1998-2020

### **4.2. Température**

Elle est marquée par une grande amplitude entre les températures de jour et de nuit,

D'été et d'hiver. La période chaude commence au mois de Mai et dure jusqu'au mois de Septembre (Tableau.2) (ONM ,2019).

Tableau 2. Température Moyennes Mensuelles et annuelles de Ghardaïa (1998 -2018)  
(ONM ,2019) (ONM ,2019)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Juin	Juill	Aout
<b>T°C Min</b>	21.70	16.59	8.93	5.49	4.78	5.93	9.22	13.15	17.80	23.08	27.74	26.63
<b>T°C max</b>	38.79	34.38	26.96	21.29	21.05	23.02	28.29	33.67	37.69	42.58	45.65	43.60
<b>T°C moyenne mensuelle</b>	30.88	25.02	17.54	12.86	12.01	13.87	18.24	31.73	28.31	32.93	34.70	35.63

## Matériels et Méthodes

On observe à partir le tableau que :

- La température minimum est en janvier avec une valeur de 4.78°C
- La température maximum est en juillet avec valeur de 45.65°C
- La température moyenne est attenue en aout avec une valeur de 35.63°

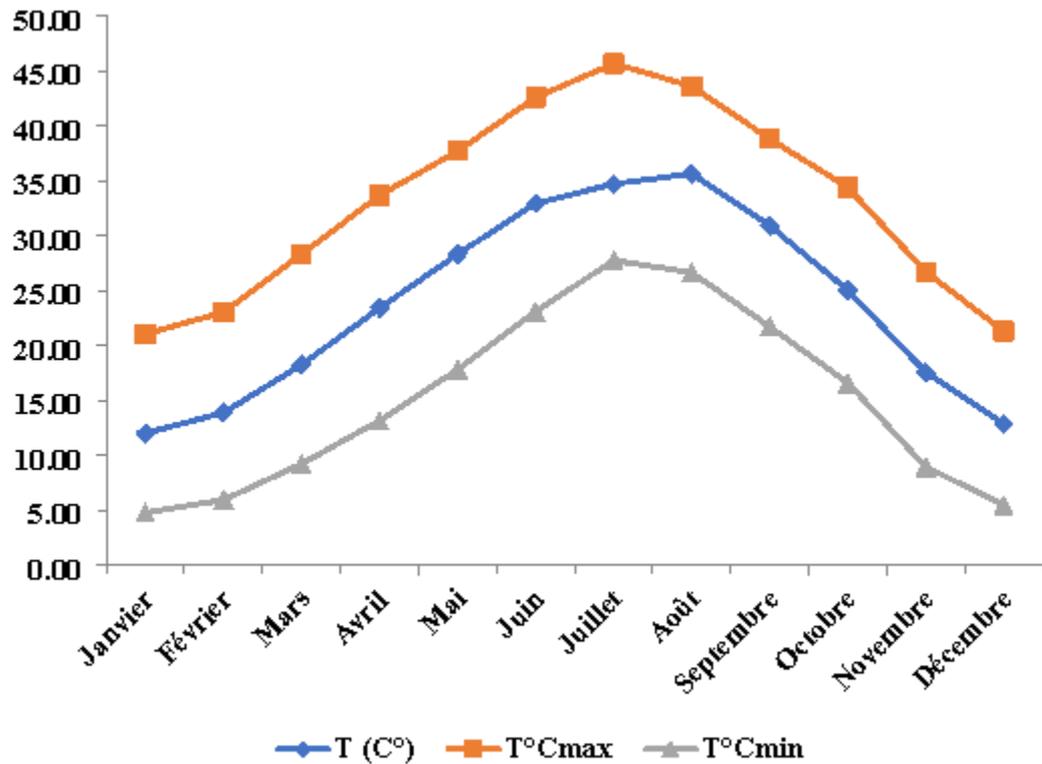


Figure 3. Température Mensuelle de la région Ghardaïa

### 4.3.Vents

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 (ONM, 2019).

Les vitesses Moyennes mensuelles des vents à la station ONM Ghardaïa. Sont illustrées dans le tableau Suivant :

Tableau 3. Vitesses moyennes mensuelles des vents sa la station de Ghardaïa (1998-2018)  
(ONM, 2019) (ONM, 2019)

## **Matériels et Méthodes**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Vent(m/s)	21.03	27.34	17.27	17.77	17.18	19.29	19.68	21.36	22.27	22.15	21.27	22.71

On remarque que le maximum des vitesses est enregistré au mois d'Octobre et le minimum au mois de Janvier

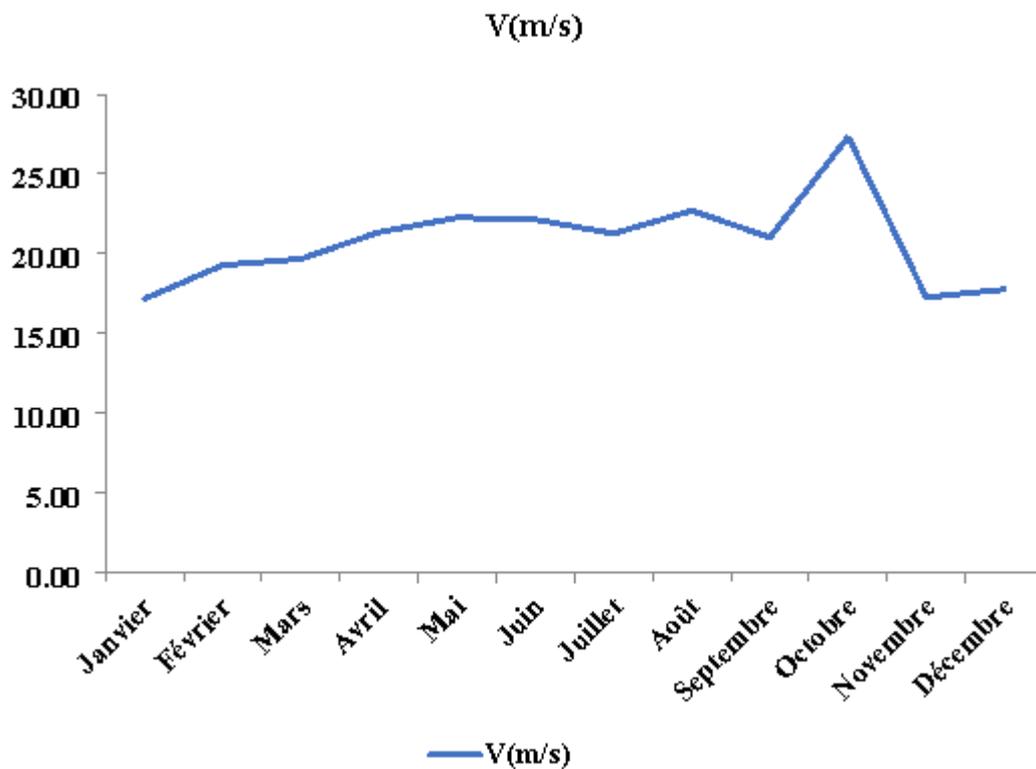


Figure 4. Vitesses moyennes mensuelles des vents. (1998-2018).

#### **4.4. Humidité**

L'humidité représente le pourcentage de l'eau existant dans l'atmosphère.

Tableau 4. Humidité relative moyenne mensuelle de Ghardaïa (1998 -2018) (ONM, 2019)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Humidité(%)	53.3	45.1	38.3	34.2	28.6	25.4	21.5	26.1	36.6	43.6	50.2	58.1

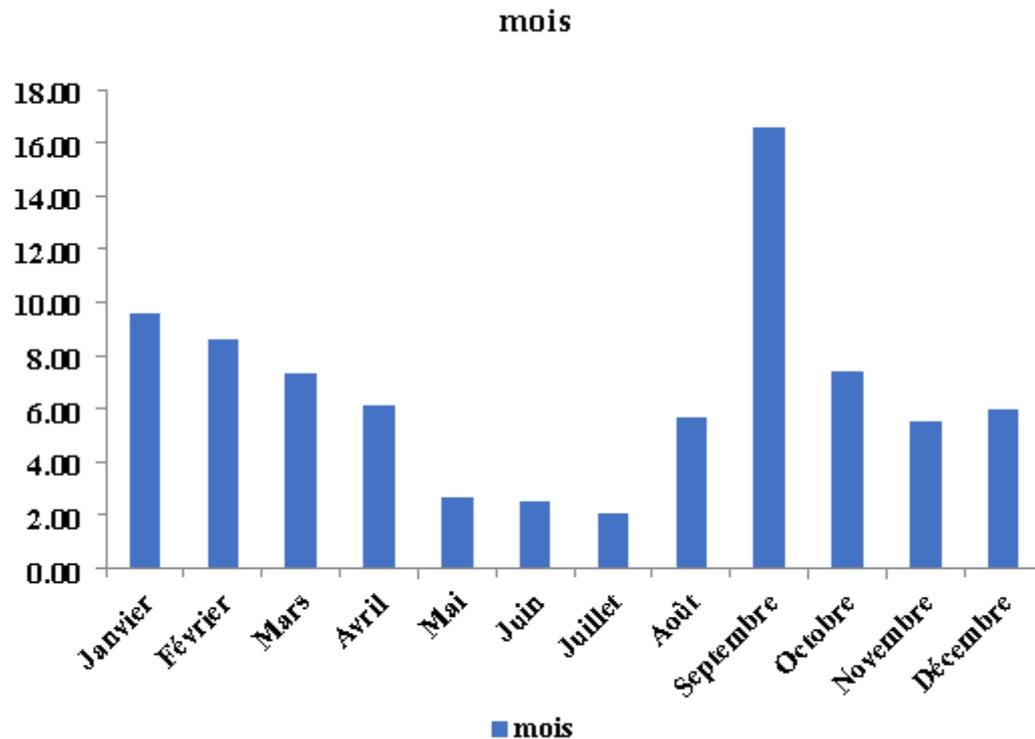


Figure 5. Humidités mensuelles de la région de Ghardaïa (1998-2018).

On note que le maximum pourcentage d'humidité de mois Aout avec une valeur 58.1 et le minimum de mois de Mars avec une valeur 21.5.

#### 4.5. Evaporation

C'est le processus physique de la transformation de l'eau en vapeur d'eau. Elle est un paramètre essentiel, car il représente une partie de la fonction de « sortie » dans le bilan hydrologique d'une région donnée. Cependant il est difficile à mesurer, car il dépend de Plusieurs facteurs qui sont variables dans l'espace et dans le temps, tels que la température, les précipitations, la vitesse des vents, l'humidité de l'air, l'état du sol et la végétation (SAOUD, 2014).

L'évaporomètre de Piché est de l'ordre de 3110 mm/an À savoir 35 fois plus grande que la pluviométrie qui est mesurée l'évaporation.

Avec un maximum au mois de Juillet de L'ordre de 418 mm et un minimum de 105 mm obtenue au mois de Janvier. Ces valeurs élevées sont reliées à la forte température et aux vents violents.

## **Matériels et Méthodes**

Tableau 5. Evaporation moyenne mensuelle de Ghardaïa (1998 -2018) (ONM, 2019)

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<b>Eva(mm)</b>	281	188	127	130	105	128	183	263	313	370	418	376

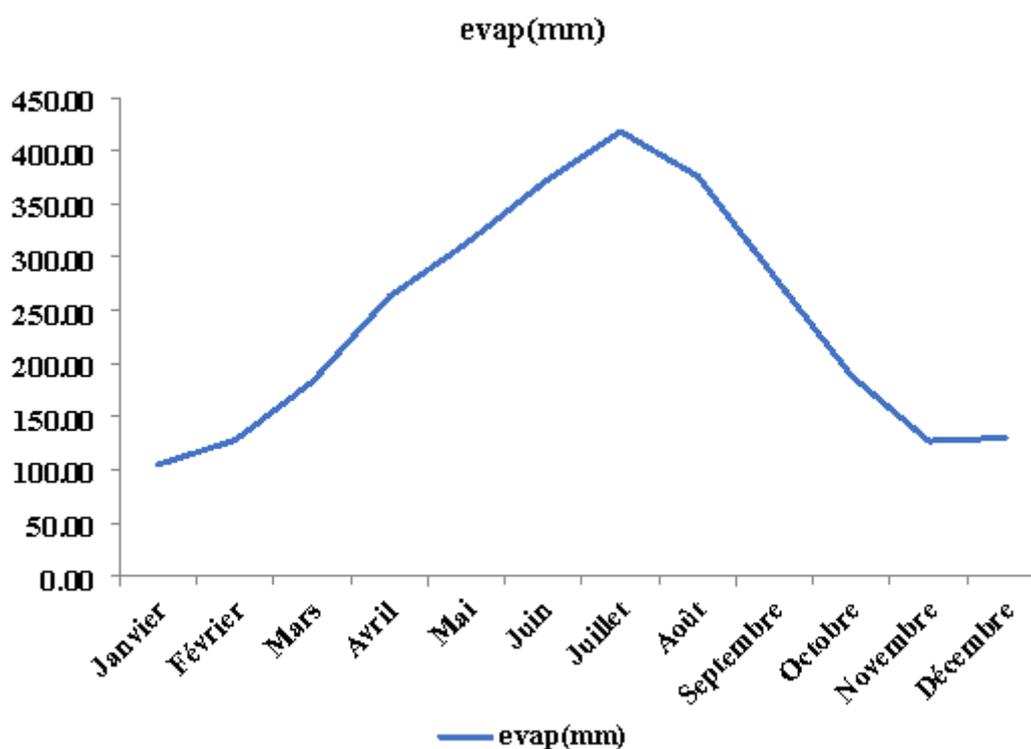


Figure 6. Evaporation mensuelle de la région de Ghardaïa (1998-2018).

### **4.6.Insolation**

Le tableau ci-dessous montre les données de l'insolation.

Tableau 6. Durée mensuelle de l'insolation totale (heures) station ONM Ghardaïa (Période 1998 à 2018) (ONM, 2019)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<b>Insol (h/mois)</b>	282	281	262	253	262	256	293	310	338	355	361	342

**En été :** les valeurs moyennes maximales enregistrées pour le mois de Juillet. Sont de 361 (h/mois).

## **Matériels et Méthodes**

**En hiver** : les valeurs moyennes minimales enregistrées pendant le mois de Décembre sont de 253(h/mois). La moyenne annuelle de l'insolation est 308 (h/mois).

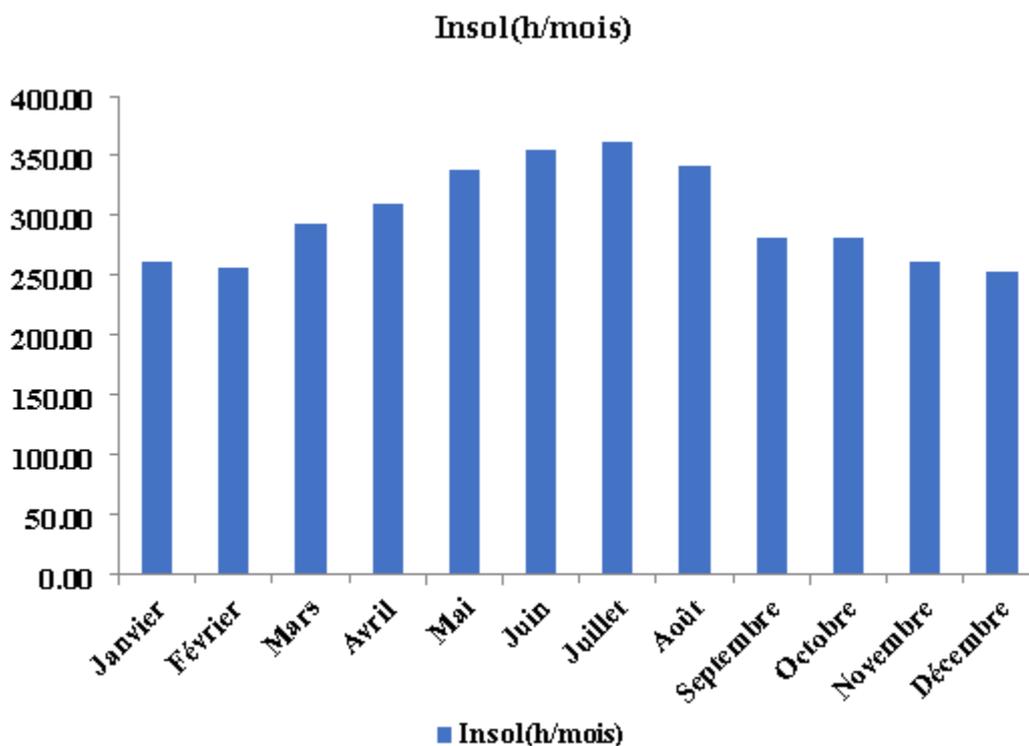


Figure 7. Insolation mensuelle de la région de Ghardaïa (1998-2018).

### **4.7. Précipitation**

#### **4.7.1. Précipitations annuelles**

Le tableau des variations annuelles des précipitations (Tab. 7) montre que l'année la Pluvieuse est l'année 2004 avec une hauteur annuelle de 171.3 mm et l'année la plus Sèche est celle de 2018 avec une hauteur annuelle de 22.4 mm.

Tableau 7. Précipitations moyennes annuelle de Ghardaïa (1998- 2018) (ONM, 2019)

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Moyen annuel</b>	25.2	103.9	56.7	48.6	59.6	96.0	171.3	101.9	72.2	61.3
<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
110.4	134.6	41.8	154.8	38.9	67.6	45.9	53.0	30.2	42.3	22.4

## Matériels et Méthodes

### 4.7.2. Précipitations moyenne mensuelles

Pour l'étude de la précipitation on a obtenu une série pluviométrique de l'ONM de Ghardaïa pour une période de (1998-2018). Selon le (Tab. 8), on observe que le mois de Septembre est le pluvieux avec une moyenne de 16.6 mm (Fig. 8). Par contre le mois de Juillet est le plus sec avec une moyenne de 2.1 mm (ONM, 2019).

Tableau 8. Précipitations moyennes mensuelles de Ghardaïa (1998- 2018) (ONM, 2019)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P(mm)	16.6	7.4	5.5	6.0	9.6	8.6	7.3	6.1	2.7	2.5	2.1	5.7

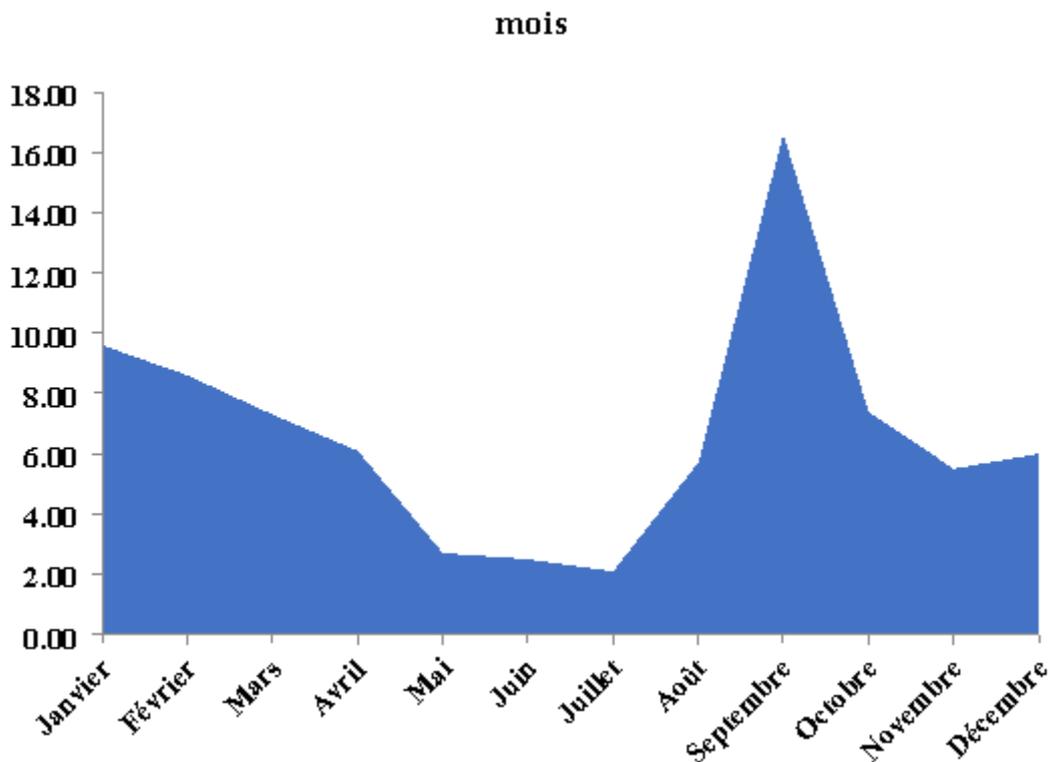


Figure 8. Précipitation mensuelle de la région de Ghardaïa (1998-2018)

### 4.8. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS

On peut établir la courbe pluviométrique dont le but est de déterminer la période sèche, à l'aide des notations des données de précipitation et de températures mensuelles sur une période de 21 ans.

Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique, il est représenté.

## Matériels et Méthodes

- ❖ En abscisse par les mois de l'année.
- ❖ En ordonnées par les précipitations en mm et les températures moyennes en °C avec une échelle de P=2T.
- ❖ L'aire comprise entre les deux courbes représente le période sèche. En effet, dans la région de Ghardaïa, nous remarquons que cette période s'étale sur toute l'année. (BOUHAFS. KIHOU. 2018).

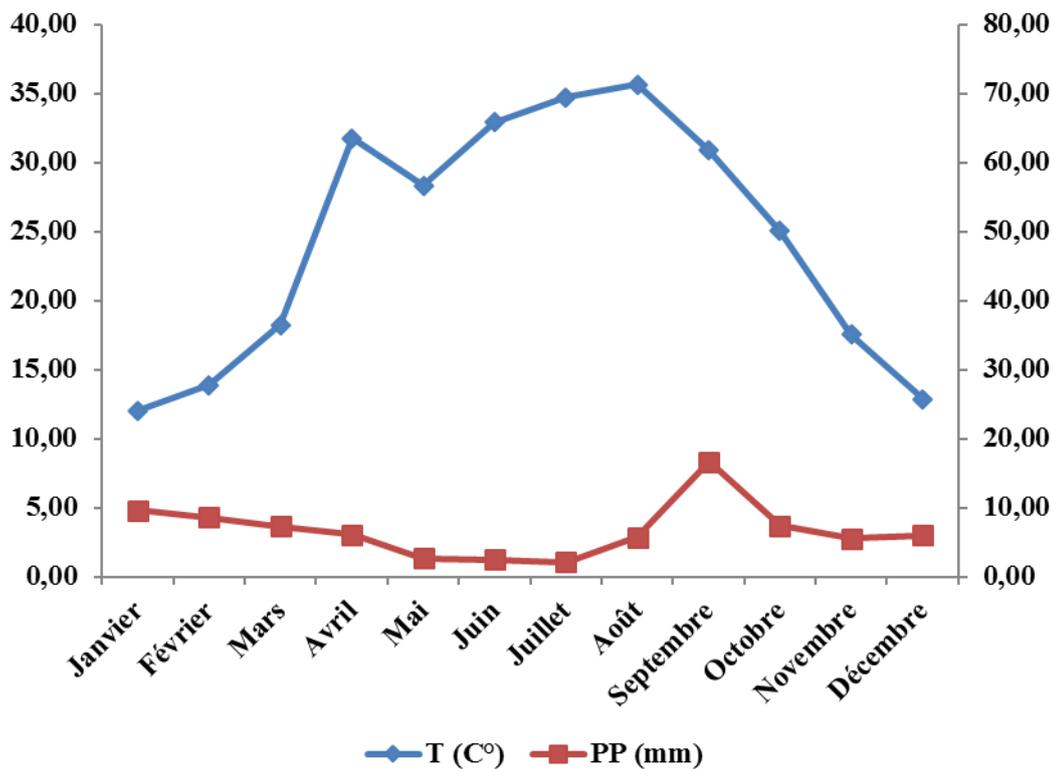


Figure 9. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN caractéristique de la région de Ghardaïa (1998-2018)

### 4.9. Climagramme d'Emberger

Il permet de distinguer les différentes nuances du climat méditerranéen et caractériser l'étage bioclimatique d'une région donnée (DAJOZ, 1980).

Le quotient ombrothermique d'Emberger est déterminé selon la formule suivante : Où :

$$Q2 = 3,43 \times [P / M - m] \text{ (DAJOZ, 1980).}$$

**P** : Pluviosité moyenne annuelle (80.1 mm)

**M** : Température maximale du mois le plus chaud (45.65 °C) Juillet

## Matériels et Méthodes

**m** : Température minimale du mois le plus froid (4.78 C°) Janvier

Le quotient Q2 de la région de Ghardaïa est égal à 6.72 La valeur du quotient est portée sur le climato gramme d'Emberger, et situe la région d'étude dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux.

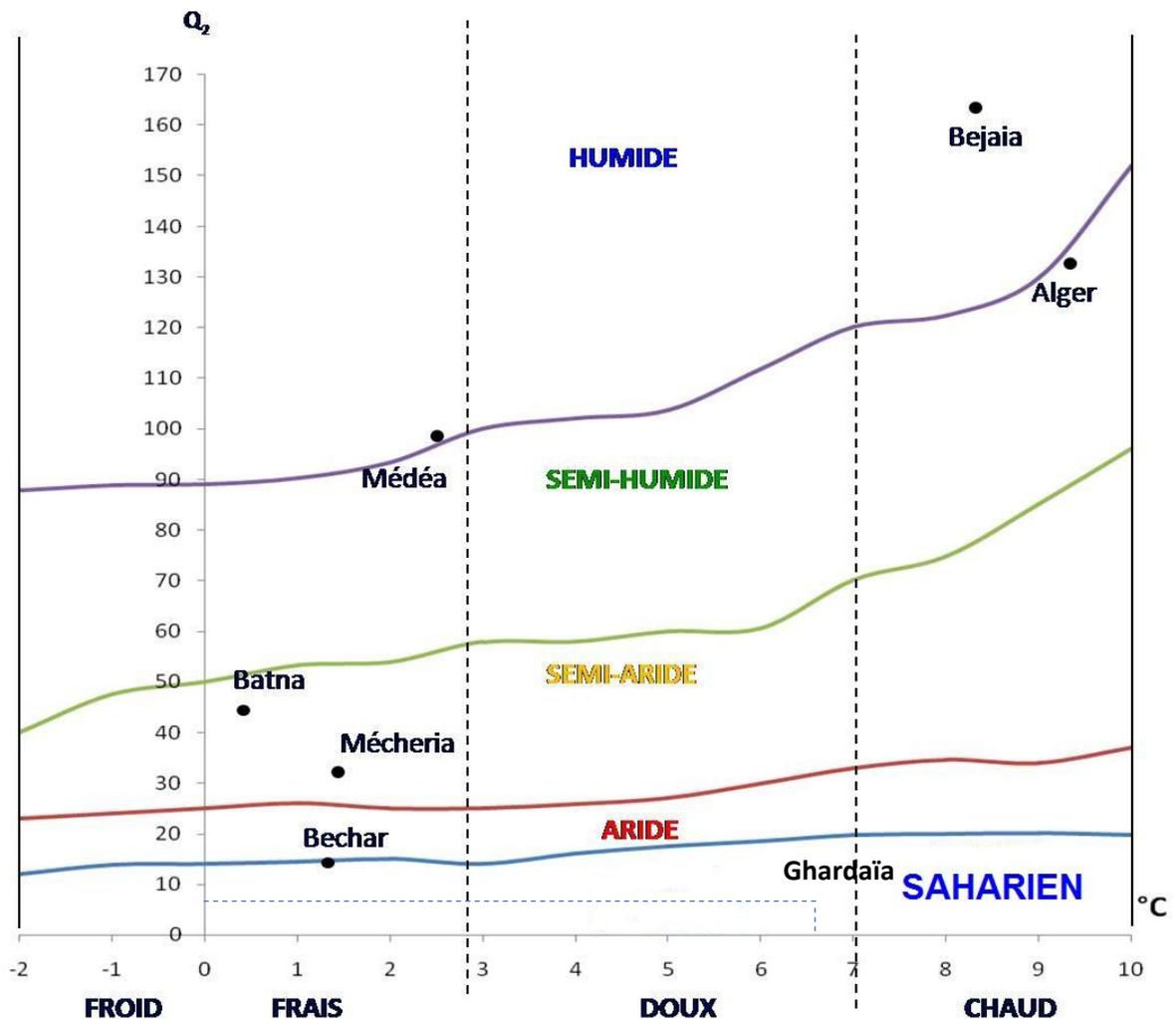
**NB** : pour classer le bioclimat, on utilise le quotient pluviométrique d'Emberger spécifique au climat méditerranéen, dont la formule est  $Q_2 = 2000 P / M^2 - m^2$ .

Où le M et m, les températures maxima et minima exprimées en Kalven (K°),

STEWART (1969), a montré que pour l'Algérie et le Maroc la dernière formule pouvait être simplifiée pour s'écrire :

$$Q_3 = 3,43P / M-m$$

- ✓ P : Pluviosité moyenne annuelle en mm ;
- ✓ M : Moyenne des températures maximales quotidiennes du mois le plus chaud en °C ;
- ✓ m : Moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid en °C.



## **Matériels et Méthodes**

Figure 10. Etage bioclimatique de la région de Ghardaïa selon le Climagramme D'Emberger

### **4.10. Bilan hydrique**

La quantité d'eau précipitée Sera vite évaporée parce que l'évapotranspiration potentiel l'ETP est plus importante. Que les précipitations, le ruissellement et la réserve facilement utilisable est nulle Pendant les douze moi, Le déficit (DA) agricole est présent pendant toute l'année. Elle atteindra son maximum au mois de juillet (287.1 mm).

Tableau 9. Bilan hydrique de la station de Ghardaïa dans la période (1998-2018)

<b>Mois</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>
<b>T°C</b>	30.9	25.0	17.5	12.9	12.0	13.9	18.2	31.7	28.3	32.9	34.7	35.6
<b>P(mm)</b>	16.6	7.2	5.6	6.3	9.7	2.5	7.4	6.2	2	2.3	2.1	5.9
<b>I</b>	15.7	11.4	6.7	4.2	3.8	4.7	7.1	16.4	13.8	17.4	18.8	19.5
<b>I</b>	139.5											
<b>A</b>	2.7											
<b>F</b>	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5	1.4
<b>K</b>	1.0	1.0	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
<b>ETP</b>	140.2	78.9	29.9	12.8	10.6	15.7	33.3	151.0	110.6	167.2	192.8	207.3
<b>ETPc</b>	196.3	110.5	38.9	16.6	13.8	22.0	46.6	226.5	154.8	250.8	289.3	290.2
<b>ETR</b>	16.6	7.2	5.6	6.3	9.7	2.5	7.4	6.2	2.0	2.3	2.1	5.9
<b>RFU</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>DA</b>	179.7	103.3	33.3	10.3	4.1	19.6	39.2	220.3	152.8	248.5	287.1	284.4

## **5. Hydrologie**

On comprend toute l'importance pratique des études hydrologiques au Sahara, où l'eau joue un rôle capital en Maison m ê me de sa rareté (GEORGES, 2003).

On sait, d'ailleurs, que Sahara n'est pas toujours synonyme de désert. Malgré la sécheresse de son climat, le Sahara ne- laisse pas que de posséder des lignes d'eaux superficielles ! et des nappes d'eau souterraines, les unes et les autres parfois même abondantes ; malgré l'aridité de sa Surface, il présente, çà et là, de grandes et belles régions d'oasis, cultivées et

## **Matériels et Méthodes**

---

habitées, où la combinaison de ces deux éléments, le soleil et l'eau, produit des merveilles de végétation, même sur un sol ingrat (GEORGES, 2003).

Dans le désert non seulement les précipitations sont rares et irrégulières mais l'évaporation est considérable et plus importantes que le niveau de précipitations. Actuellement on utilise, sans compter les réserves d'eau fossile situées dans la couche géologique du continent intercalaire (nappe albienne 1/41) (DJOUDI et RAFA, 2009 ACHOUR et *al.*, 2010 ).

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 (Fig. 11). Ils drainent en grande partie les eaux de la dorsale de l'Ouest vers l'Est, leur écoulement est sporadique, il se manifeste à la suite des averses orageuses que connaît la région (DUBIEF, 1953).

Le bassin du Metlili, limité à l'oasis du même nom, ne dépasse pas 400 km<sup>2</sup>. Il est mal délimité dans sa partie orientale, appartenant au domaine du Pliocène continental, par suite des caractéristiques très spéciales de cet étage géologique sous cette latitude. (DUBIEF, 1953).

Oued Metlili est limitée le méridien 03° 31' Est, le parallèle 32° 18' Nord au niveau de la région de Timadakssine (amont de la vallée), et le méridien 03° 41' Est, le parallèle 32° 14' Nord au niveau de la région de Souareg (aval de la vallée). Les paramètres de bassin versant qui on couvre la zone d'étude (DUBIEF, 1953).

-L'altitude en amont est (734.0 m).

-L'altitude en aval est (222.0 m)

-La surface est estimé 7106.29 km<sup>2</sup>.

-La périmètre est estimé 695.22 km.

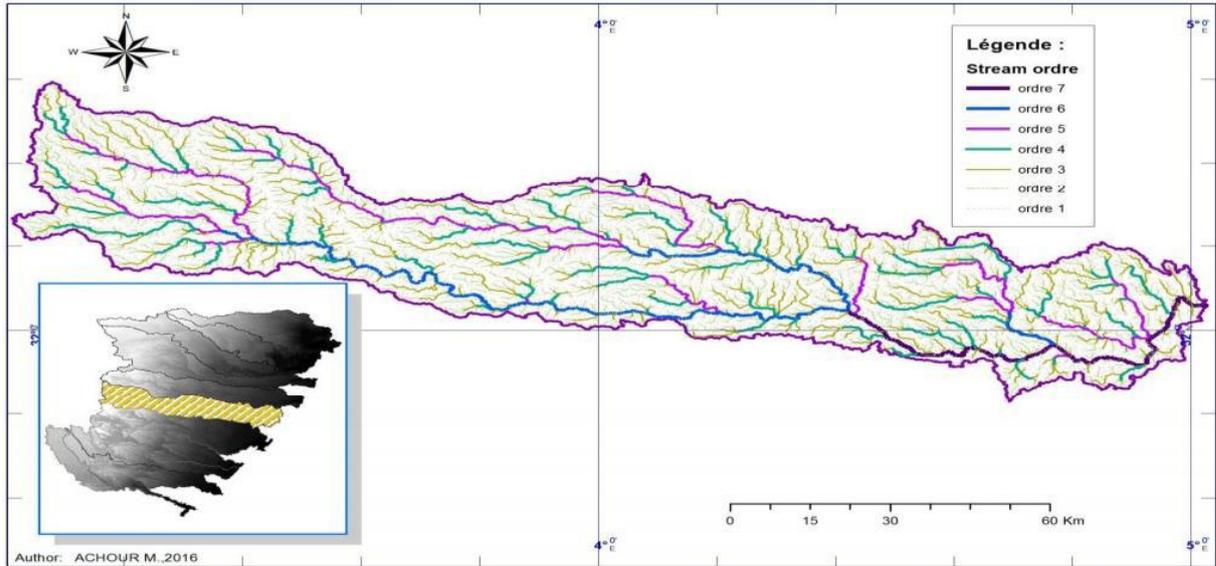


Figure 11. Carte de bassin versant de la Vallée de Metlili (ANRH, 2016)

## 6. Géologie de la région

### 6.1. Géologie régionale

La wilaya de Ghardaïa est située sur les bordures occidentales du bassin sédimentaire secondaire du Bas - Sahara, les terrains affleurants sont en grande partie attribués au Crétacé supérieur (ANRH 2016).

Du point de vue lithologique, ces affleurements sont de type (ACHOUR, 2010)

- Argiles verdâtres et bariolées à l'Ouest et le Sud-Ouest attribués au Cénomaniens,
- Calcaires massifs durs ; blanc grisâtre au centre, attribués au Turonien,
- Calcaires marneux et argiles gypseuses à l'Est, attribués au Sénonien,
- Sables rougeâtre consolidés à Est et au Nord-Est attribués au Miopliocène,
- Alluvions quaternaires tapissant le fond des vallées des oueds.

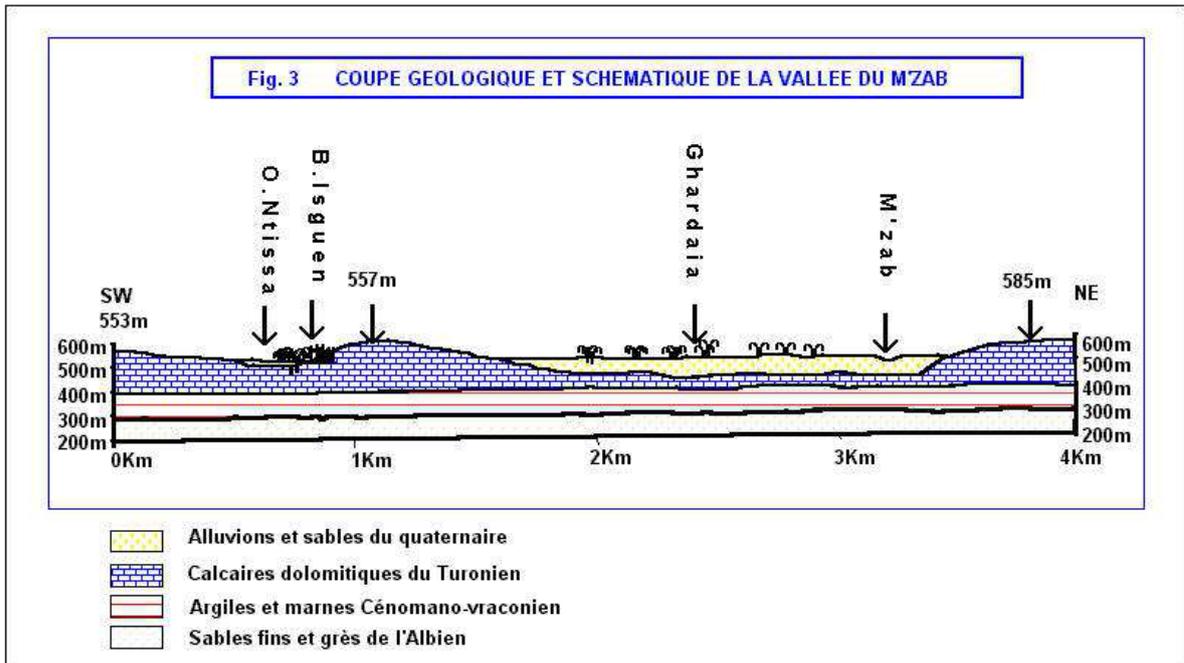


Figure 12. Coupe géologique schématique de la région du M'Zab (source ANRH)

### 6.2. Géologie locale

La zone d'étude présente à l'affleurement d'une succession de formations géologiques allant du Turonien. Le Quaternaire correspond au dépôt de recouvrement alluvionnaire de la plupart de la vallée de l'oued de Metlili (ACHOUR, 2003).

#### 6.2.1. Turonien

Il est composé par des calcaires blancs, des marnes grisâtres et rougeâtres au sommet, blancs, grisâtre plus ou moins dur à marnes jaunâtres. (BENSSEDDIK, 2019).

#### 6.2.2. Cénomanién

Le Cénomanién est composé par des argiles bariolées, marrons et grises à verdâtres Plastiquées, à anhydrites, sableuse à la base avec la présence de gypse (BENSSEDDIK, 2019).

#### 6.2.3. Albien

Il est composé de sables fins à moyens jaunâtres parfois rougeâtres à rose. Des intercalations d'argiles verdâtres à vertes sont fréquentés. (BENSSEDDIK, 2019).

### 6.3. Quaternaire

Les alluvions quaternaires formées de sables, galets et argiles tapissent le fond de la Vallée de l'oued d'une épaisseur de 20 à 35 mètres (ACHOUR, 2003).

### **6.4. Tectonique**

Les formations calcaires à structure tabulaires, au droit du site, ne sont affectées par aucun phénomène tectonique notable d'importance régionale. Les mêmes directions et pendages sont mesurés aussi bien en rive droite qu'en rive gauche. Aucune faille d'importance n'est relevée aux environs immédiats du site. La fracturation est cependant intense. Elle est liée d'une part aux phénomènes tectoniques à petites échelles et d'autre part aux phénomènes de géodynamique externe, notamment les variations de température ; les fissures qui résultent de ces effets géodynamiques sont superficiels et d'orientation aléatoire. (BENSSEDDIK, 2019).

### **7. Hydrogéologie**

Notre secteur d'étude fait partie de la plateforme saharienne. Les études géologiques ont montré qu'elle forme un grand bassin sédimentaire, et les études hydrogéologiques de (UNESCO/ERESS 1972) et (OSS 2003) ont montré l'existence d'un grand réservoir aquifère multicouches, il a été nommé le Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS).

#### **7.1. Définition du système aquifère**

Le Système Aquifère du Sahara Septentrional « SASS » s'étend sur une vaste zone dont les limites sont situées en Algérie, Tunisie et Libye (Fig. 13). Ce bassin renferme une série de couches aquifères qui ont été regroupées en deux réservoirs appelés le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT). Le domaine du SASS couvre une superficie d'environ 1.000.000 de km<sup>2</sup> et s'étend du Nord au Sud, depuis l'Atlas saharien jusqu'aux affleurements du Tidikelt et du rebord méridional du Tinrhert, et d'Ouest en Est depuis la vallée du Guir-Saoura jusqu'au Graben de Hun en Libye (FIFATI, 2012).

## Matériels et Méthodes

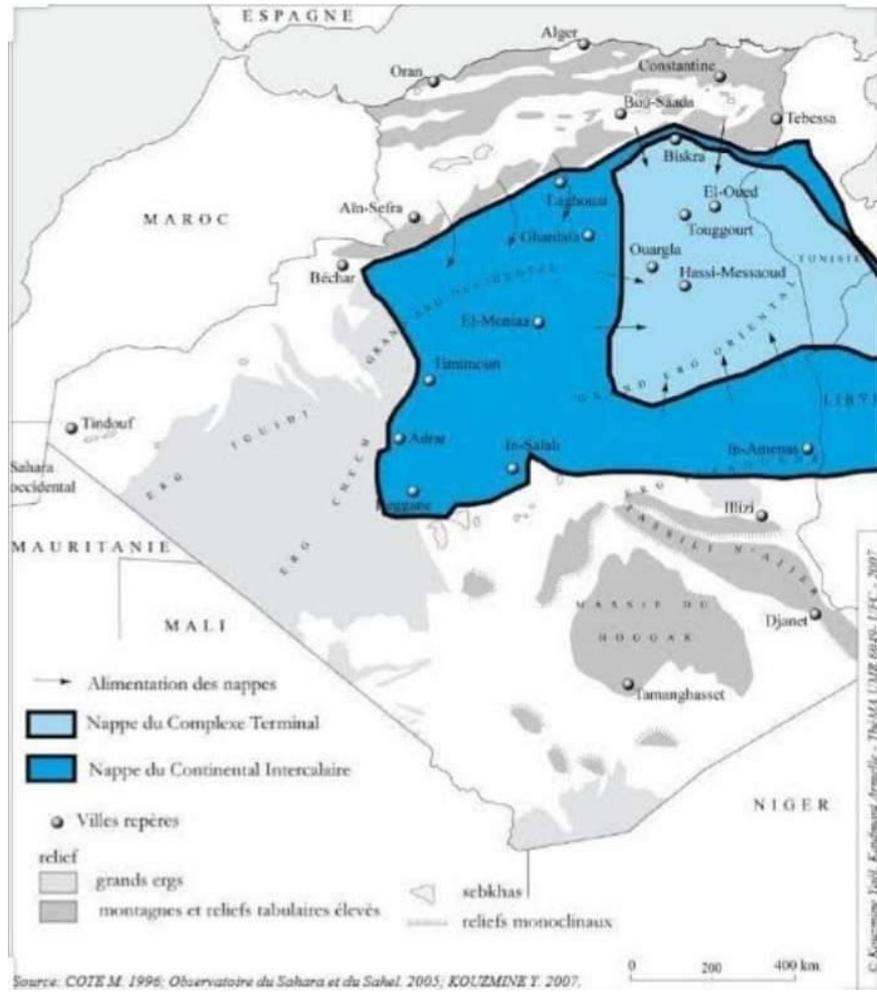


Figure 13. Carte montrant les nappes aquifères du Sahara Algérien ; Le Continental Intercalaire : CI - Le Complexe Terminal : CT (FIFATI, A 2012)

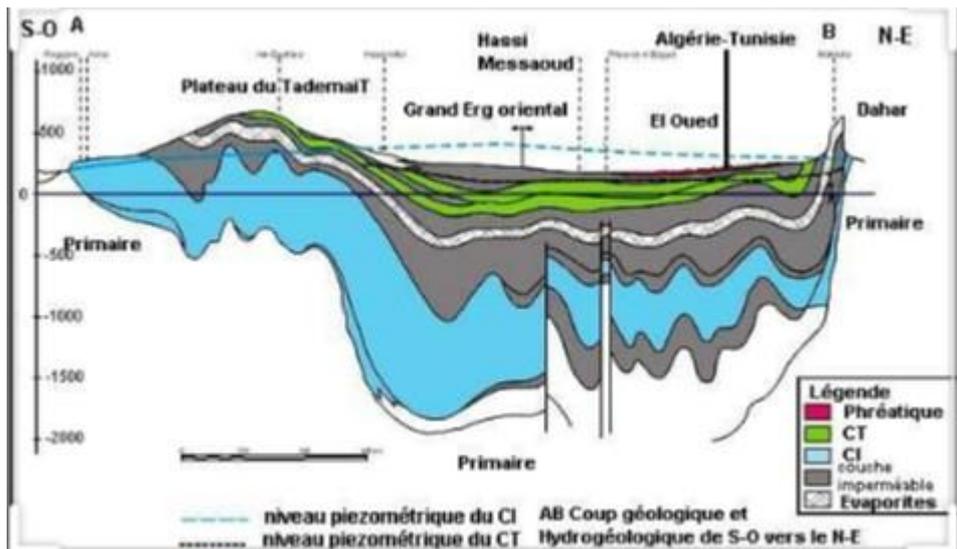


Figure 14. Coupe hydrogéologie NE-SW du bassin SASS (UNISCO, 1972)

## **Matériels et Méthodes**

---

### **7.1.1.Complexe terminal**

Le Complexe Terminal est un ensemble assez peu homogène incluant des formations carbonatées du Crétacé supérieur et des épisodes détritiques du Tertiaire, principalement du Miocène (BUSSON 1972).

Le terme de « nappes du Complexe Terminal » qui groupe sous une même dénomination plusieurs aquifères situés dans des formations géologiques différentes, a été retenu car ces nappes font bien partie d'un même ensemble hydraulique.

Les intercommunications entre Sénonien, Eocène et Mio-Pliocène sont évidentes sur l'ensemble du Bassin, à l'exception de la région des chotts où l'Eocène moyen et supérieur imperméable viennent s'intercaler.

La nappe turonienne est plus individualisée par suite de la couverture imperméable du Sénonien inférieur. Cependant, ses niveaux concordent avec ceux du Sénonien ou du MioPliocène sur la bordure du bassin (BENGUELIA et HADJBRAHIM, 2018).

La profondeur du CT est comprise entre 100 et 600 m et sa puissance moyenne est de l'ordre de 300 m, il affleure aux endroits suivants (BENGUELIA et HADJ BRAHIM, 2018):

- ✚ Au Nord, dans le sillon des chotts algéro-tunisiens.
- ✚ À l'Est, le long du flanc oriental du Dahar.
- ✚ Au Sud, sur les plateaux de Tinrhert et de Tademaït.
- ✚ À l'Ouest, région de Ghardaïa sur la dorsale du M'Zab.

### **7.1.2.Le Continental Intercalaire**

Le Continental Intercalaire est défini comme l'aquifère le plus étendu du bassin, ses extensions déterminent également les limites qui ont été attribuées au domaine du SASS. Majoritairement, il comprend toutes les formations sablo-gréseuses et argilo-sableuses du Crétacé inférieur. Les épaisses séries argilo-évaporitiques du Cénomaniens constituent un toit imperméable de l'aquifère (BENSSEDDIK, 2019).

Les limites du CI ont été déterminées, à la fois, par l'étude des affleurements géologiques et les sondages, se sont (OSS, 2003) ; l'Atlas saharien au Nord, les massifs paléozoïques de l'Ougarta à l'Ouest et des Tassilis au Sud, allant en continuité d'Adrar à Hun en Lybie, les affleurements sur le Djebel Nefussa et le Dahra au Nord-est, au Nord, l'accident sud

## **Matériels et Méthodes**

---

Atlasique au Nord des Chotts, relayé vers le golfe de Gabès par la faille d'ElHamma – Médenine, et enfin à l'Est, au niveau du méridien 16° qui a été adopté comme limite de la zone, et que correspond en fait, au passage des eaux douces aux eaux saumâtres dans le bassin de Syrte (OSS, 2003).

La dorsale du M'Zab, orientée approximativement Nord-Sud, divise le domaine du CI en deux sous-bassins hydrogéologiques : le bassin oriental et le bassin occidental. L'ensemble couvre une surface de 1100.000 de km<sup>2</sup>, et une épaisseur moyenne de 358 mètres (OULDBABA. 2005).

La partie Sud du réservoir du CI est largement affectée par les occidents Nord-Sud du d'Amguid El Boidqui se prolonge du socle primaire d'El Hoggar (BEN SSEDDIK, 2019).

### **7.2.Présentation de système aquifère de la région de Metlili**

Les principales ressources en eau de la wilaya sont d'origine souterraine. Elles sont contenues dans deux types d'aquifères ; les nappes superficielles d'inféro-flux (Phréatique), et la nappe profonde captive du Continental Intercalaire dite albienne. (BENSSEDDIK, 2019).

#### **7.2.1.Nappe phréatique**

La nappe phréatique existe partout dans le Sahara algérien, elles sont abritées dans les alluvions des vallées des oueds de la région. La profondeur du niveau d'eau varie entre 10 et 30m. Ces nappes sont captées par des centaines de puits traditionnels, et destinées essentiellement, pour irriguer les palmeraies des vallées. La qualité chimique des eaux de la nappe de l'oued M'Zab et oued Metlili, est Bonne à la consommation à l'amont, mauvaise et impropre à la consommation à l'aval suite à leur contamination par les eaux urbaines (BENSSEDDIK, 2019).

#### **7.2.1.Nappe albienne**

Elle représente la principale Ressource en eau de la région. L'aquifère est composé de sables, grés et d'argiles sableuses d'âge Albien. Selon la région, elle est captée à une profondeur allant de 80 à 1000 m.

Suivant l'altitude de la zone et la variation de l'épaisseur des formations postérieures au CI, elle est jaillissante et admet des pressions en tête d'ouvrage de captage dans les zones de Zelfana, Guerrara, Hassi Lafhel et Hassi Gara, exploitée par pompage à des profondeurs

## **Matériels et Méthodes**

---

variant de 0,5m à 140m dans les zones de Ghardaïa, Metlili, Berriane, Sebseb, Mansourah et certaines régions DEL MENIA.

La profondeur de la couche exploitée est d'environ 200m à GOLEA, 300 m à Mansourah, 400 à 450m dans la vallée du M'Zab et autour de 800m et plus à Guerrara et Zelfana (BENSSEDDIK, 2019).

### **7.3.Gestion des ressources hydrique de la région d'étude**

#### **Exploitation de la nappe CI**

Le premier forage exploitant la nappe CI dans la région de Metlili en 1949, situe avec une profondeur de 490 m (ANRH de Ghardaïa 2018).

Évolution rapide du nombre des forages captant la nappe de l'Albien. Le nombre qui était de 39 forages en 2011, est passé à 42 en 2016.

## **Chapitre II. Analyse de la qualité microbiologique**

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physiques et microbiologiques de l'eau de La région de Metlili. Les analyses microbiologiques et physiques ont été réalisées au sein du laboratoire de CACQE (Centre Algérien de Contrôle de la Qualité et de l'emballage).

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

- Prélèvement, échantillonnage.
- Analyse.
- Interprétation.

### **1.Choix des sites des prélèvements**

- Afin d'évaluer la qualité physiques et bactériologique des eaux souterraines de la région de Metlili, des échantillons d'eau souterraine sont prélevés puis soumis à des analyses bactériologiques et physiques.

- Les prélèvements ont été sélectionnés d'une façon précise et bien réparti.

- Pour l'échantillonnage, nous avons choisi, soigneusement 20 puits.

\*Ces puits se trouvent au niveau de la surface de la région d'étude. Ces points sont généralement utilisés pour la boisson et l'irrigation, et ne sont pas soumises à des traitements adéquats avant usage.

### **2. Localisation des sites des prélèvements**

Les prélèvements des échantillons ont été effectués au niveau des 20 lieux présents dans la carte suivante :

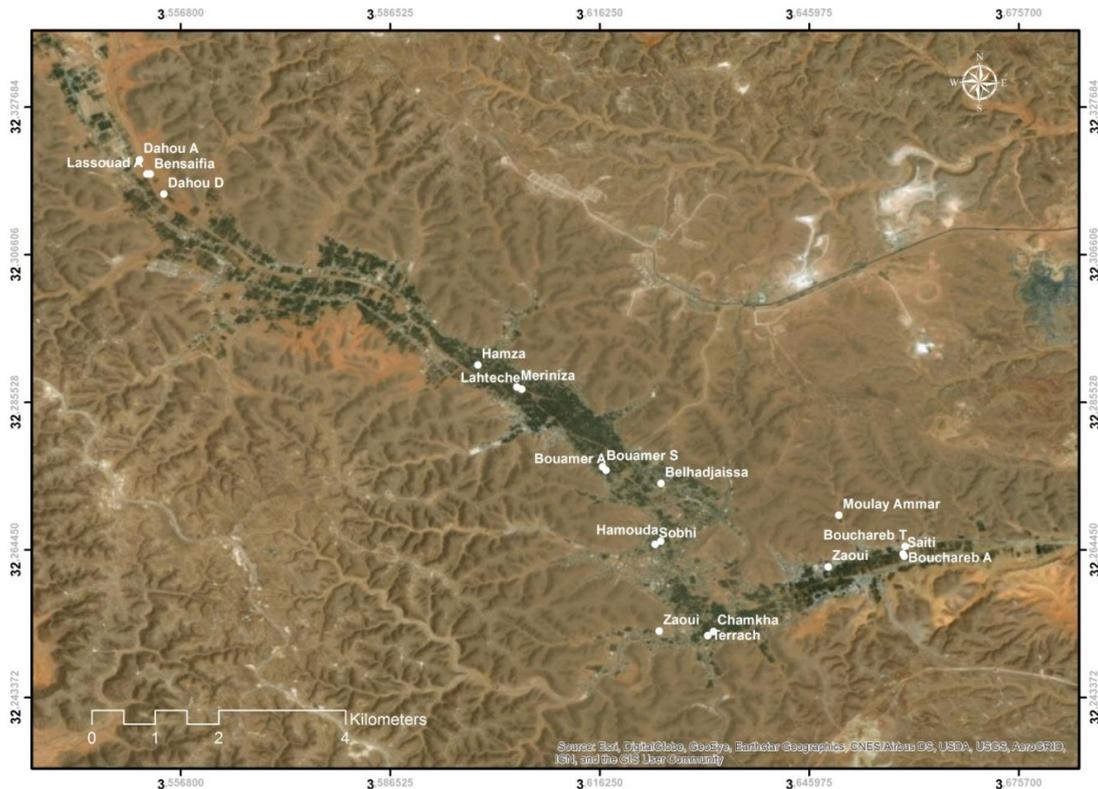


Figure 15. Localisation des points des prélèvements (Originale)

### 3. Mode de prélèvement

#### 3.1. Prélèvements d'eau pour l'analyse bactériologique

\* Le prélèvement doit s'effectuer dans des conditions d'asepsie rigoureuse. Il faut utiliser de préférence des flacons en verre pyrex munis d'un large col et d'un bouchon à vis métallique. Les techniques de prélèvement sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l'eau à analyser. Pour une eau de surface (eau superficielle), les flacons stériles sont prolongés à une distance qui varie de 25 à 30 cm de la surface assez loin des bords, ainsi que des obstacles naturels. Les flacons sont ouverts sous l'eau et sont remplis jusqu'au bord, ensuite le bouchon est également placé sous l'eau de telle façon qu'il n'y est aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport (RODIER, 1996).

\* Les manipulations effectuées au cours du prélèvement ne doivent en aucun cas être à l'origine d'une contamination, d'où : la nécessité d'utiliser des instruments stériles et de travailler dans des conditions stériles.

\* Certains instruments doivent être désinfectés sur les lieux du prélèvement. Le trempage dans l'alcool et le flamage sont parfois insuffisants car la température atteinte n'est pas assez élevée.

## **Matériels et Méthodes**

---

\*Il est nécessaire d'utiliser des flacons propres, secs, étanches, à col large stérilisés par autoclavage à 121 °C pendant 30 min ou encore à usage unique et stériles.

\*Quand le prélèvement aseptique a été réalisé, il faut identifier immédiatement le produit avec une étiquette ou une référence.

Si l'échantillon doit être transporté, il faut réduire au maximum le délai avant l'analyse. Il est souvent nécessaire de réfrigérer le produit au cours de son transport ; certains germes fragiles peuvent néanmoins disparaître au cours de cette réfrigération.

La réalisation sera la même jour de prélèvement.



Photo 1. Echantillonnages pour l'analyse microbiologique

### **3.2.Prélèvements d'eau pour l'analyse physique**

L'échantillonnage destiné à la physique ne pose pas de problème particulier, des flacons plastiques sont suffisants et le volume de prélèvement est d'un litre pour une analyse complète (GUERBOUZ, 2006).



Photo 2. Echantillonnages pour l'analyse physique

## 4. Matériel

### 4.1. Analyse microbiologique

Nous avons effectué pendant notre travail la recherche des germes indicatifs suivants :

- Les coliformes totaux.
- Les streptocoques fécaux.

#### 1.1.1. Verreries

- Flacons en verre de 250 ml, avec bouchon à vis métallique.
- Pipettes graduées: 1 ml, 2 ml, 10 ml.
- Tubes à essais stériles.
- Pipettes Pasteur.
- Becher.
- Epruvettes graduées.

Avant chaque utilisation, la verrerie doit être soigneusement lavée, rincée, séchée et stérilisée au four Pasteur à 180°C pendant 30 minutes.

#### 1.1.2. Appareillages

- Autoclave.
- Bec benzene.
- Balance.
- Etuves réglées.
- Incubateur.

#### 1.1.3. Outils

- Anse de platine.
- Boîtes de Pétristériles.
- Portoirs.

#### 1.1.4. Réactifs

- Kovacs.

#### 1.1.5. Milieu De Culture

Tableau 10. Regroupe les milieux de culture

Recherche et dénombrement	Matériel et milieu
Coliformes totaux	-BCPL D/C, BCPL S/C : est utilisé pour effectuer le test présomptif de recherche et dénombrement les coliformes totaux. -shobert : est utilisé pour le test confirmatif.

## **Matériels et Méthodes**

---

<b>Streptocoques fécaux</b>	-Rothe D/C, Rothe S/C : est utilisé pour effectuer le test présomptif de recherche et dénombrement les streptocoques fécaux.  - Milieu BEA.
-----------------------------	---

### **4.2. Analyses physiques**

#### **4.2.1. pH**

Consiste à déterminer l'acidité ionique, par le dosage des ions de H<sup>+</sup> présents dans l'eau. Le pH de l'eau a été mesuré par la méthode électrochimique à l'aide d'un pH-mètre de terrain de marque Consort C562. La mesure se fait par les étapes suivantes :

- Mesurer le pH par immersion du bout de l'électrode dans le bécher contenant du l'eau analysé.
- Lire la valeur qui s'affiche immédiatement sur l'écran du pH mètre. (RODIER, 1996).

#### **4.2.2. Conductivité électrique**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement (RODIER, 1996).

La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité électrique a été, en effet, mesurée par la méthode électrochimique à l'aide d'un conductimètre.

## **5. Méthodologie**

### **5.1. Prélèvement des échantillons**

\* relever les caractéristiques d'une vingtaine de puits exploités par les habitants (Localisation par GPS, relevé des niveaux statiques de la nappe, mesure des paramètres tels que la conductivité et de la température).

\* prélever un nombre d'échantillons d'eau dans le but d'effectuer des analyses bactériologiques ainsi que des analyses physico-chimiques.

Pour déterminer la qualité physique et bactériologique des eaux souterraines dans la région de Metlili wilaya de Ghardaïa, nous avons procédé de la manière suivante :

### **Analyses au laboratoire**

\* Les analyses bactériologiques et physico-chimiques ont été réalisées au laboratoire de Contrôle De La Qualité Et De La Répression wilaya de Ghardaïa (CACQE).

### **5.2. Analyse microbiologique**

Nous avons étudié la qualité de cette eau à travers des analyses qui ont été effectuées au niveau du laboratoire De Contrôle De La Qualité Et De La Répression. On a choisi la méthode du NPP.

#### **\*Méthode choisie :**

Méthode générale de dénombrement en milieu liquide par détermination du nombre le plus probable (NPP) : le but des techniques de numération (ou dénombrement) est de déterminer la concentration en bactéries contenues dans une préparation initiale. Elles nécessitent une ou plusieurs dilutions décimales. Cette méthode est une estimation statistique du nombre de micro-organismes supposés distribués dans l'eau de manière parfaitement aléatoire (loi de Poisson). Dans ce type de méthode, les bactéries se multiplient librement dans le milieu liquide. En cas de présence, l'ensemble du milieu liquide inoculé vire à la « positivité » (trouble ou virage de l'indicateur). Un jugement quantitatif est possible en jouant sur les volumes de la prise d'essai. La précision s'accroît avec le nombre de répliquant par dilution si bien que les microplaques de 12 × 8 puits sont très bien adaptées à la méthode.

Celle-ci permet, en fonction du nombre de tubes ou puits « positifs » dans chaque série, d'indiquer la valeur statistiquement la plus probable : « nombre le plus probable » (NPP).

(GUIRAUD, 1998).

#### **5.2.1. Recherche de coliformes totaux**

La recherche et le dénombrement des bactéries coliformes et des *Escherichia coli* dans les eaux, en milieu liquide par la technique du NPP, se fait en deux étapes consécutives :

- le test de présomption : réservé à la recherche des coliformes.
- le test de confirmation : réservé à la recherche d'*E. Coli*.

(GUIRAUD, 1998).

#### **1. Test présomptif**

Sur le bouillon lactosé au pourpre de bromocréol (BCPL) avec cloche de Durham à simple ou à double concentration

## Matériels et Méthodes

-ensemencer.

-3 tubes de BCPL à D/C avec 10 ml d'eau à analyser par tube (série A).

-3 tubes de BCPL à S/C avec 1 ml d'eau à analyser par tube (série B).

-3 tubes de BCPL à S/C avec 0.1 ml d'eau à analyser par tube (série C).

Chassez l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélangé le milieu et l'inoculum.

**Incubation :** à 37 °C pendant 24 à 48 h (GUIRAUD, 1998).

### Lecture :

Seront considérés comme positifs (+), les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement de gaz (supérieur au 1/10<sup>ème</sup> de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

\*ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

-la lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady du NPP.

(GUIRAUD, 1998).

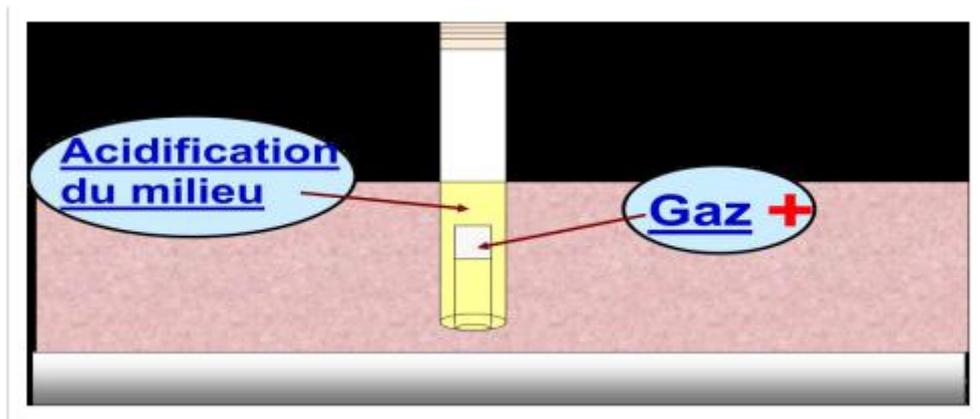


Figure 16. Lecteur des Tube (dégagement de gaz et trouble microbien)

### 2. Test confirmatif

A partir de chaque tube de BCPL positif.

Confirmer en ensemencant sur le milieu de Schubert avec cloche de Durham, et les incubé à 44°C, pendant 24 h (GUIRAUD, 1998).

On ajoute quelques gouttes de réactif KOVACKS dans les tubes montrant un trouble.

## Matériels et Méthodes

Une réaction considérée positive correspond à la formation d'Anneau rouge (Fig. 17).

### Lecture

Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

- Un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production d'Indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP en tenant compte du fait Qu'*Escherichia Coli* est Trouble et d'indole à 44 °C.
- Utilisation d'un seul tube confirmatif (Dénombrement d'E. Coli).

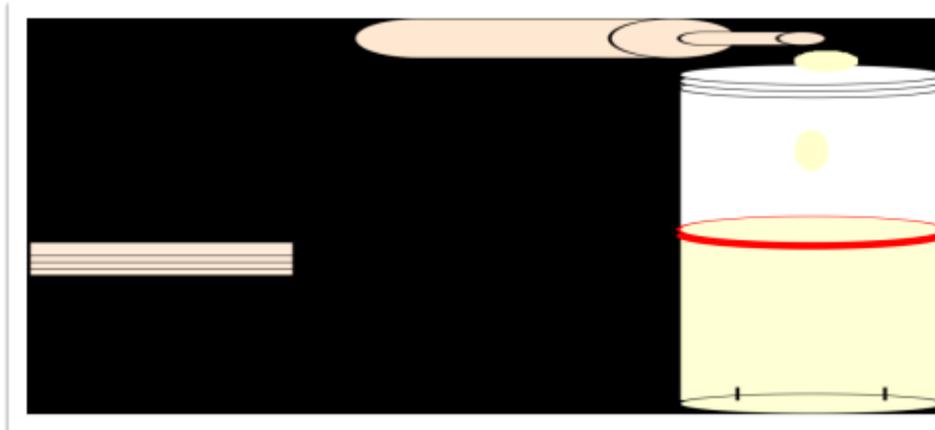


Figure 17. Présence d'*E-Coli* (l'anneau rouge indique que E.C est présenté)

### 5.2.2. Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide

La recherche et le dénombrement des streptocoques du groupe (D) dans les eaux, en milieu liquide, se fait en deux étapes consécutives :

- ✚ **Le test de présomption:** réservé à la recherche présomptive des Streptocoques.
- ✚ **Le test de confirmation :** réservé à la confirmation réelle des Streptocoques du groupe **D.** (GUIRAUD, 1998).

#### 1. Test de présomption

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C (série A).
- 1 ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C (série B).
- 3 tubes de Rothe à simple concentration avec 0,1 d'eau à analyser par tube (série C).

**Incubation :** à 24-48 h à 37 °C (GUIRAUD, 1998).

#### Lecture :

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

## **Matériels et Méthodes**

---

▪ Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.

▪ La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

Les tubes qui ne présentent pas ces caractéristiques sont des tubes (-).(GUIRAUD, 1998).

### **2.2 Test de confirmation**

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoque fécaux Groupe D. éventuellement présents dans le test de présomption.

Des tubes de milieu ROTHE positives (+) feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans une boîte pétri contenant le milieu BEA et incubé se fait à 44 °C pendant 24 heures.

#### **Lecture**

Seront considérés comme positif (+), les boîtes-pétries présentant à la fois :

- des colonies noires. (GUIRAUD, 1998).

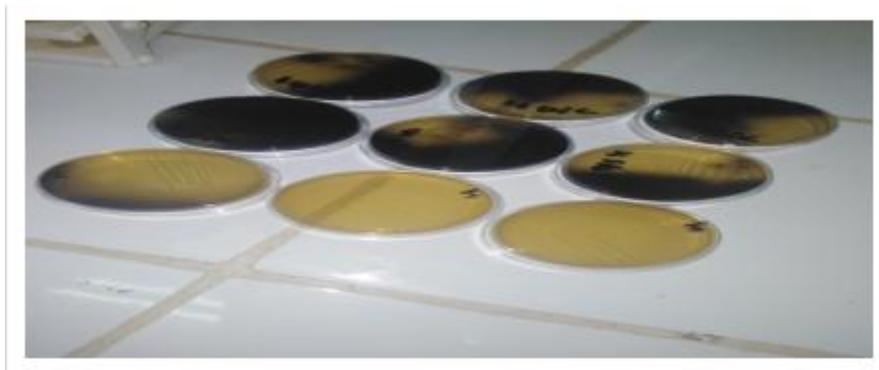


Photo 3. Résultat final de test confirmatif ; présence et absence de streptocoques D

### **5.3. Analyse physique**

#### **5.3.1. pH**

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau :

- Si le pH inférieur à 7 peut conduire à corrosion du ciment ou des métaux des canalisations avec entraînement de plomb par exemple.

- Si le pH élevé peut conduire à des dépôts incrustant dans les circuits de distribution, pour cela les normes préconisent un pH compris entre 6,5 et 8,5 (RODIER, 1984).

Bien que le pH n'ait habituellement aucun impact direct sur les consommateurs de ces eaux, il est l'un des paramètres opérationnels les plus importants de la qualité de l'eau. Il est

## ***Matériels et Méthodes***

---

peut-être déterminé par diverses méthodes d'analyse, telles que les indicateurs colorés, le papier-pH ou l'utilisation d'un pH-mètre (OULED SIDI OMAR, 2016).

La mesure de pH est effectuée couramment par le pareil pH-mètre.

### **5.3.2. Conductivité**

La conductivité électrique a été mesurée au laboratoire à l'aide d'un Conductimètre, et ramené à la température de 25 °C. L'unité de conductivité est exprimée par le micro-Siemens par mètre ( $\mu\text{S}/\text{m}$ ) (BENSAHA, 2015).



## **Résultats et discussion**

# Résultats et discussion

## Chapitre III. Résultats et discussion

### 1. Résultats

L'étude expérimentale réalisée sur les différents échantillons prélevés de la région d'étude, nous a permis de déterminer les paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de cette région. Nous avons choisi 20 points d'eau (puits), qui sont localisés dans la commune de Metlili.

#### 1.1 Résultat microbiologiques

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de CACQE (Centre Algérien de Contrôle de la Qualité et de l'Emballage), et consiste à la recherche des Coliformes totaux et Streptocoques fécaux. Les résultats bactériologiques obtenus sont représentés sur le tableau :

Tableau 11. Résultats des coliformes totaux et des streptocoques fécaux

Les échantillons	Test Présomptif		Test Confirmatif		Les dates de prélèvements
	Coliformes totaux 37C°	Streptocoques fécaux 37C°	E. Coli 44C°	Streptocoques D 44C°	
P1	23	93	0	23	23/02/2020
P2	15	21	0	15	23/02/2020
P3	23	120	23	48	23/02/2020
P4	9	48	4	0	24/02/2020
P5	11	>1100	0	0	24/02/2020
P6	75	460	0	0	24/02/2020
P7	0	3	0	0	24/02/2020
P8	>1100	>1100	>1100	>1100	29/02/2020
P9	4	28	4	28	29/02/2020
P10	0	0	0	0	01/03/2020
P11	3	0	0	0	01/03/2020
P12	1100	240	28	240	02/02/2020
P13	0	0	0	0	02/03/2020
P14	48	>1100	48	460	02/03/2020

## **Résultats et discussion**

---

<b>P15</b>	>1100	>1100	1100	>1100	02/03/2020
<b>P16</b>	>1100	>1100	1100	>1100	02/03/2020
<b>P17</b>	0	21	0	3	15/03/2020
<b>P18</b>	>1100	210	0	210	15/03/2020
<b>P19</b>	75	>1100	0	>1100	15/03/2020
<b>P20</b>	4	3	0	3	15/03/2020

Les analyses bactériologiques de l'eau des puits de notre étude ont montré une grande variation des concentrations des bactéries. Dont certains dépassent les normes internationales des eaux potables. Afin de bien comprendre ces variations nous avons suivi l'évolution des germes dans les 20 points d'eau des puits en les comparant avec les normes maximales admissibles des eaux destinées à la consommation humaine fixées par l'OMS à l'ainsi que leur impact sur la santé publique.

### **1.1.Coliformes totaux**

La présence de bactéries coliformes dans un milieu signifie forcément une contamination fécale. Notre analyse nous montre que le nombre des coliformes totaux sont très élevés (>1100 CF/100 ml) au niveau des points des prélèvements p8, p12, p15, p16)et p18 et faible concentration au niveau des points des prélèvements p1, p2, p3, p5, p6, p9, p11, p14, p19 et p20.

## Résultats et discussion

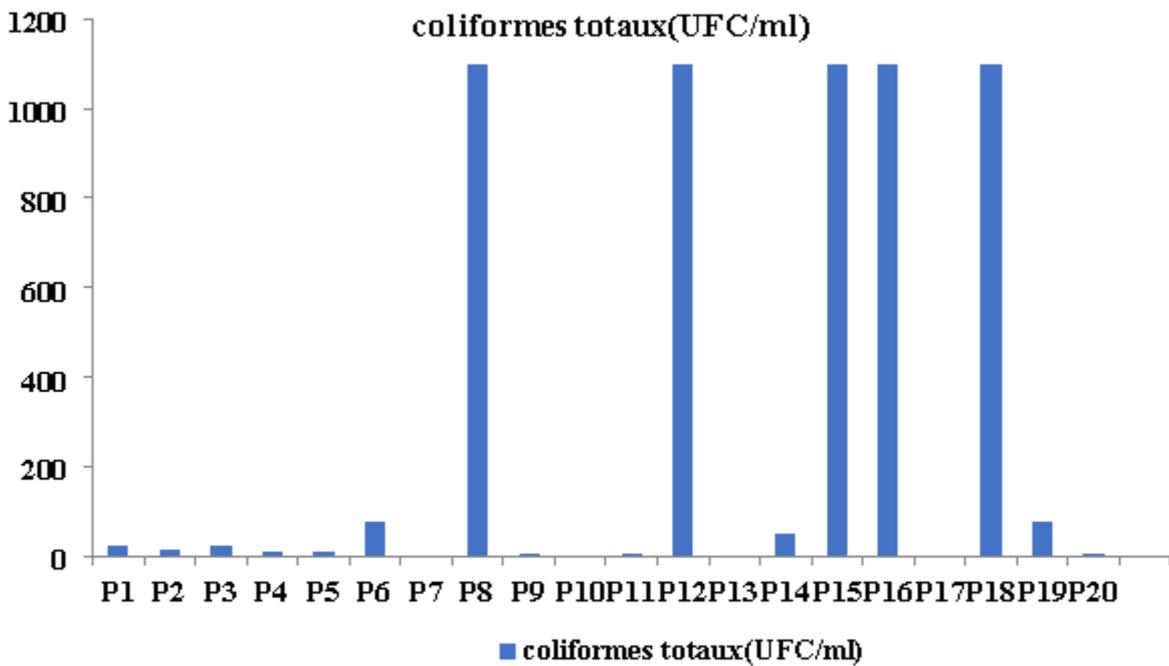


Figure 18. Variation des coliformes totaux de chaque échantillon des eaux des puits des différentes stations

Les valeurs de coliformes totaux dans les puits analysés montrent que les eaux de quatre puits (P7, P10, P13, P17), situés au Nord-Ouest et au Sud-Est, sont conformes à la norme de l’OMS (l’absence totale de coliformes). Néanmoins, les autres puits dépassent les normes, ce qui traduit que ces eaux ne sont pas valables à la consommation à cause de la présence de bactéries pathogènes pouvant causer des infections et des maladies à transmission hydrique. Par ailleurs, la variabilité est considérée comme extrêmement élevée pour ce paramètre (CV= 161,81 %).

## Résultats et discussion

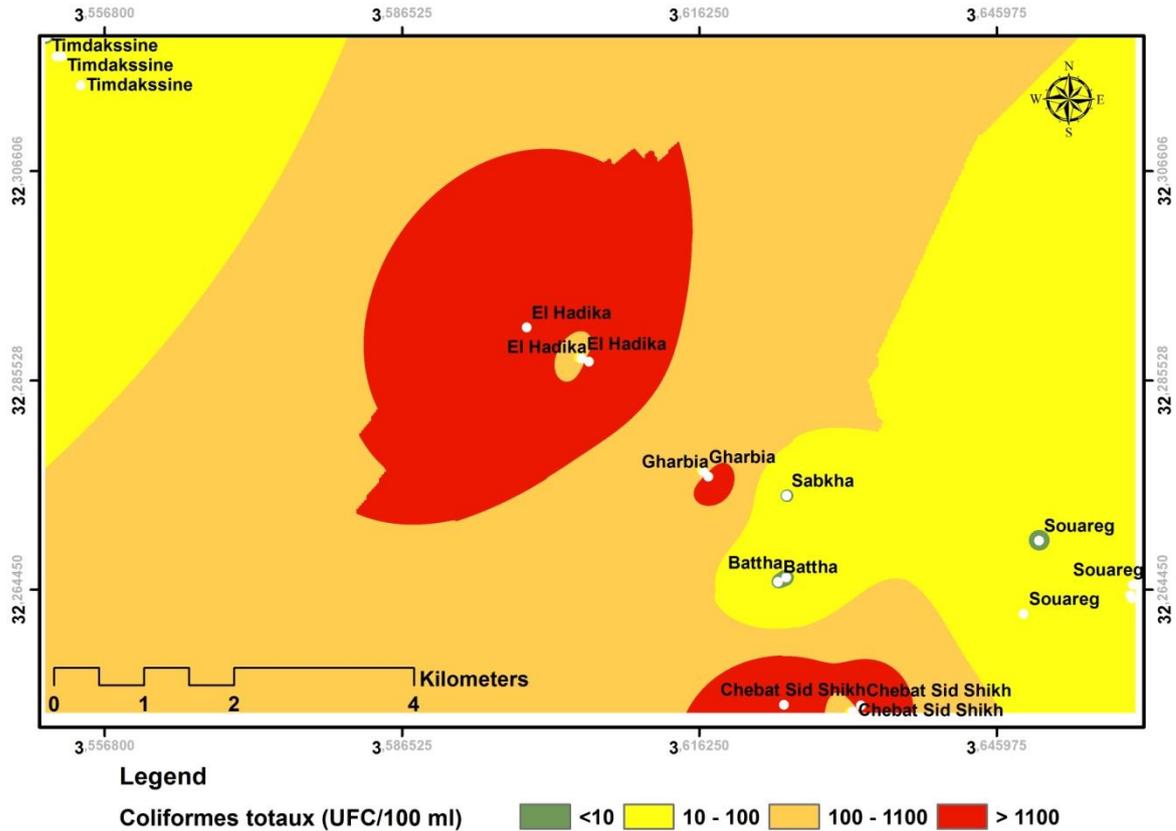


Figure 19. Carte de variation spatiale des coliformes totaux des eaux phréatiques de la région de Metlili.

### 1.2. *Escherichia coli*

Les résultats d'*Escherichia coli* montrent une variabilité extrêmement élevée (229,36 de CV %). En effet, la présence d'*Escherichia coli* au niveau des points (p3, p4, p8, p9, p12, p14, p15, p16) indique une contamination fécale et qui ne correspond plus aux normes de l'OMS (0 EC/100 ml). Ce sont les régions du centre et du sud qui sont les plus affectées. Le reste des localités sont considérées comme saine (conforme aux normes 0 EC/100 ml).

## Résultats et discussion

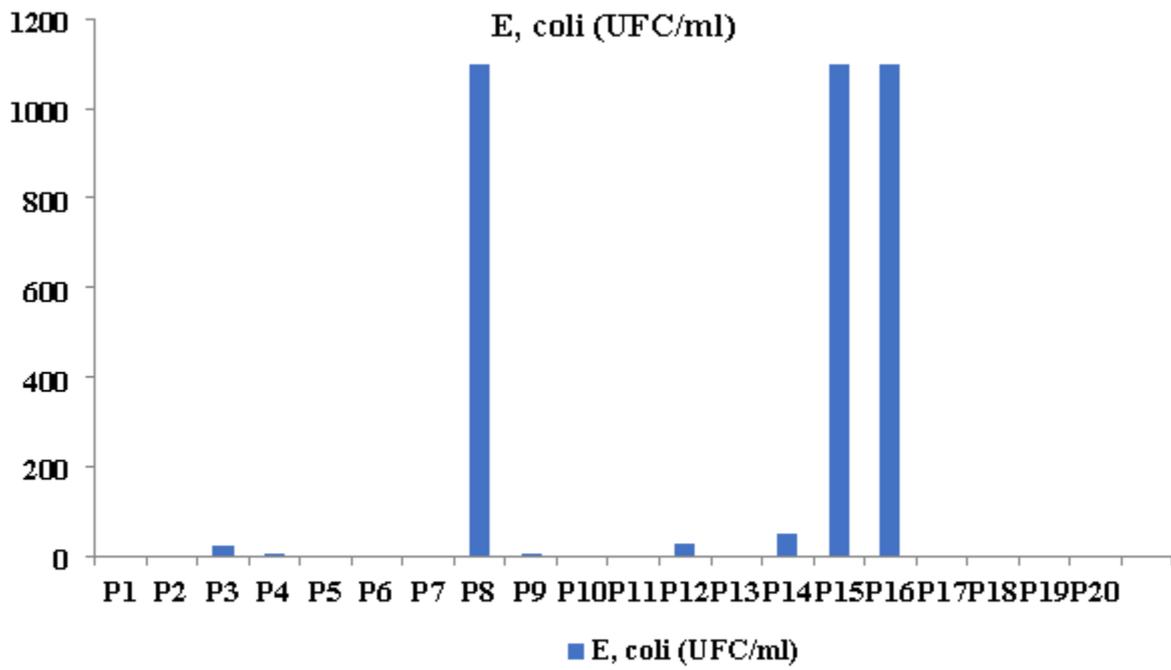


Figure 20. Variation des E. Coli de chaque échantillon des eaux des puits des différentes stations

## Résultats et discussion

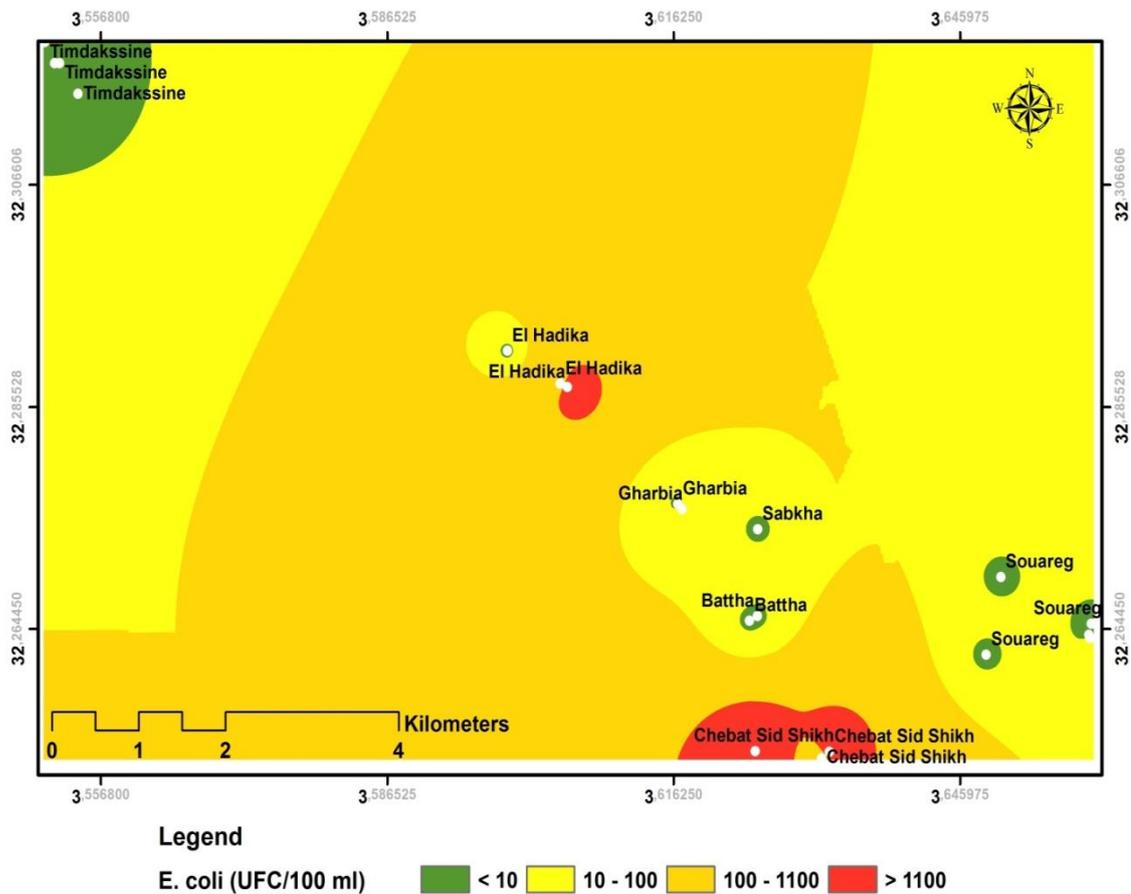


Figure 21. Carte de variation spatiale des *E. Coli* des eaux phréatiques de la région de Metlili.

### 1.3. Streptocoques fécaux

Les Streptocoques fécaux sont des aérobies-anaérobies facultatifs faisant partie des indicateurs de contamination fécale mais plus résistants dans le milieu extérieur que les coliformes. Bien que les puits (p10, p11 et p13) soient conformes aux normes OMS, le reste des puits sont considérés comme contaminés. Le coefficient de variation (121,34 %), rapporté pour ce paramètre reflète une variabilité extrêmement élevée (Fig.23).

## Résultats et discussion

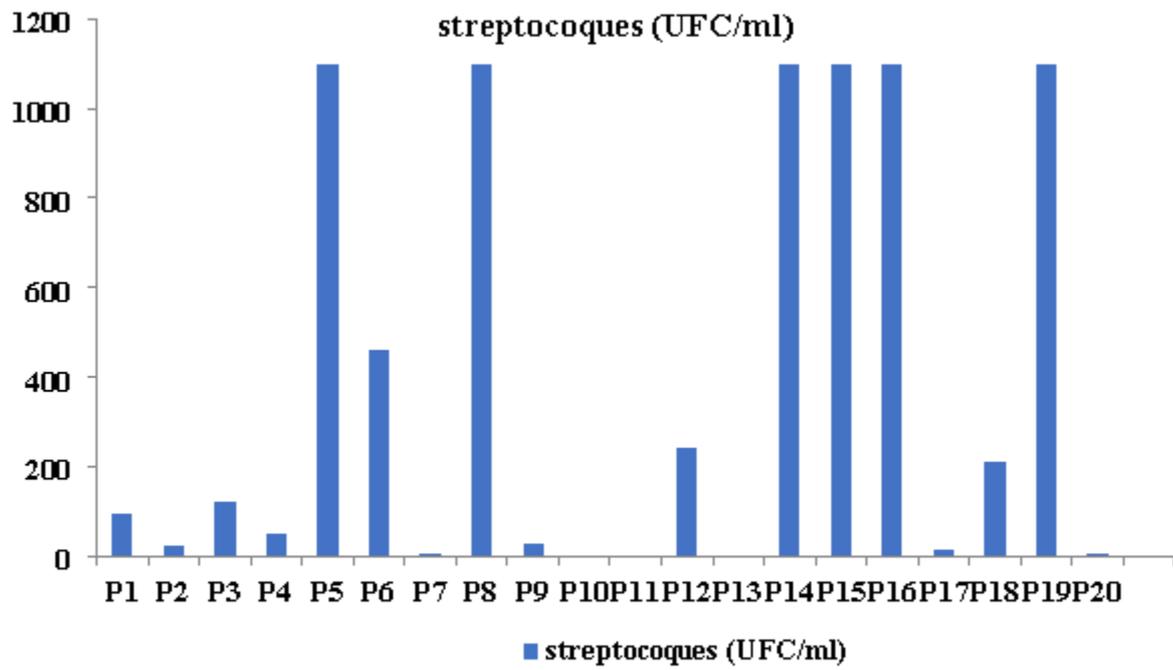


Figure 22. Variation des streptocoques de chaque échantillon des eaux des puits des différentes stations

## Résultats et discussion

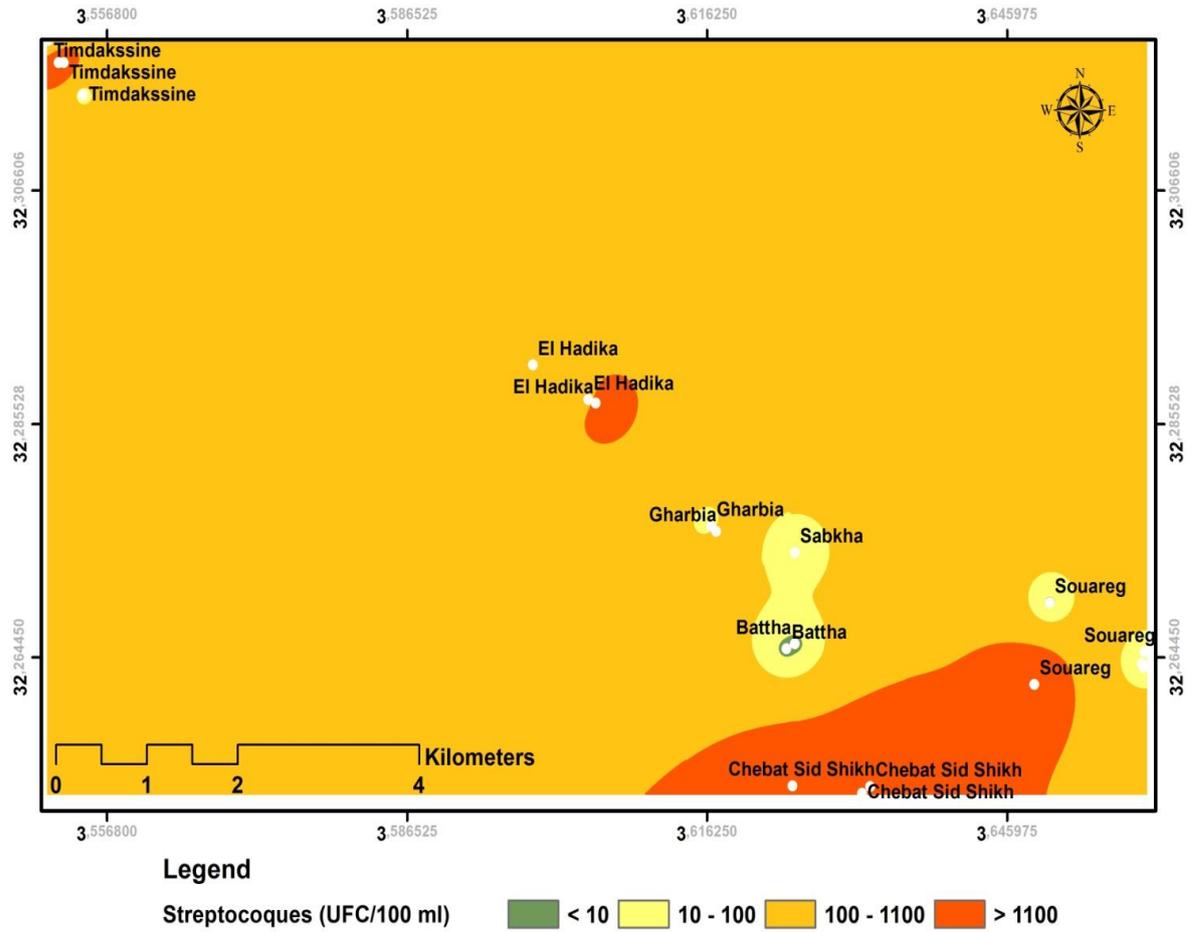


Figure 23. Carte de variation spatiale des streptocoques des eaux phréatiques de la région de Metlili

## Résultats et discussion

### 1.4. Streptocoques groupe D

Les valeurs des streptocoques groupe D révèlent que la majorité des eaux des puits des régions Timdakesine et Battha sont conformes aux normes de l'OMS, relatives à la contamination par streptocoques groupe D. Cependant, les régions de Chaabat Sid Cheikh et El Hadika sont les contaminés (1100 CF/100ml). La variabilité est, de même, extrêmement élevée (CV=158,06 %) (Fig. 26).

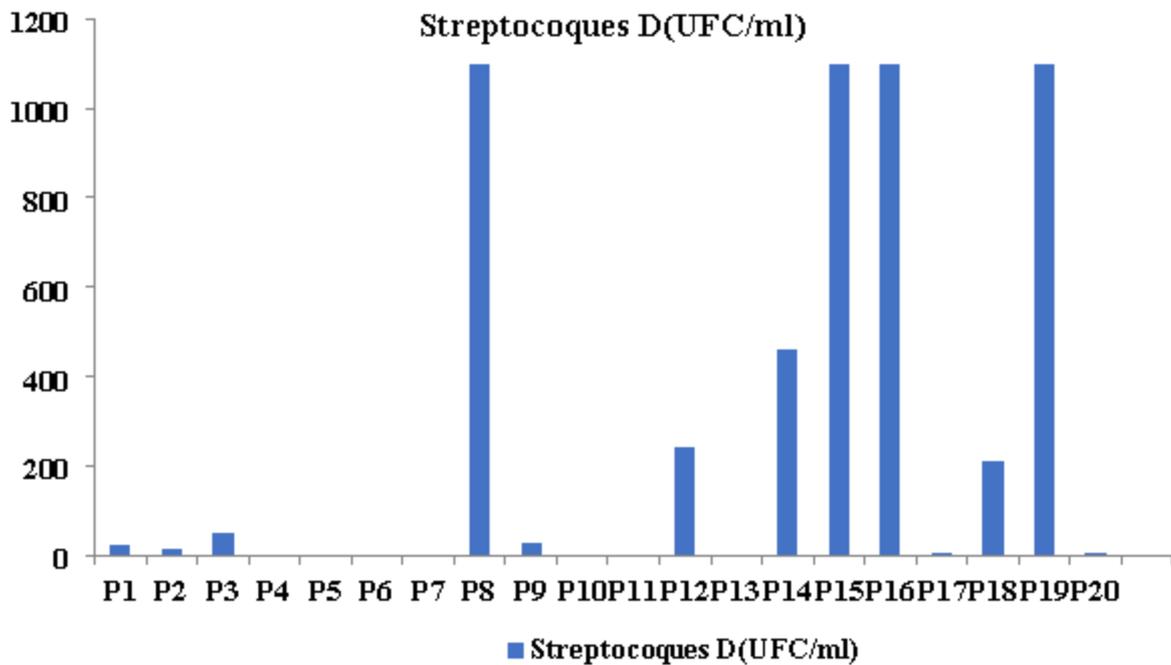


Figure 24. Variation des streptocoques D de chaque échantillon des eaux des puits des différentes stations

## Résultats et discussion

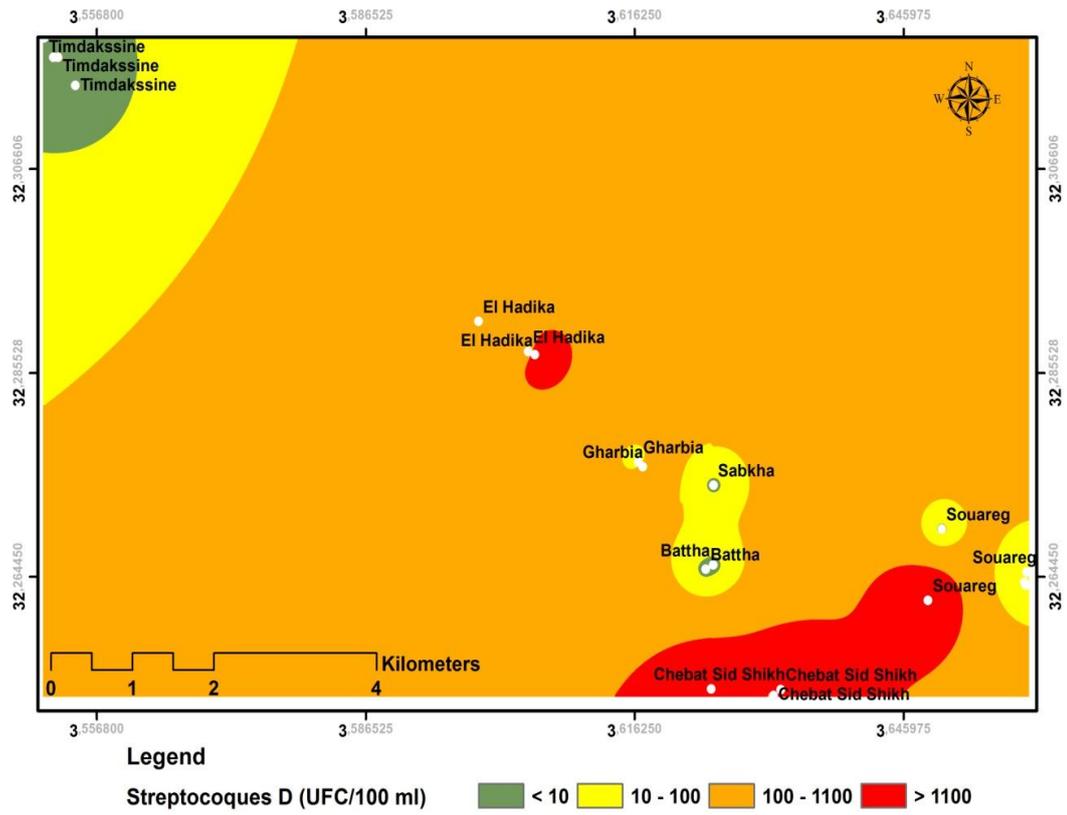


Figure 25. Carte de variation spatiale des streptocoques D des eaux phréatiques de la région de Metlili

## Résultats et discussion

### 2. Paramètres physiques

#### 2.1. pH

Le pH d'une eau est une indication de sa tendance à être acide ou alcaline, il est fonction de l'activité des ions hydrogènes  $H^+$  présents dans cette eau. Dans les eaux naturelles cette activité est due à des causes diverses en particulier l'ionisation de l'acide carbonique et de ses sels. Les législations Algériennes et européennes précisent pour l'eau destinée à la consommation humaine un pH moyennement neutre comme niveau guide  $6,5 < pH < 8,5$  (RODIER, 2009).

Les résultats du pH des eaux des puits dans la région d'étude varient entre 6.8 et 7.36. Ce sont en concordance avec les normes algériennes et internationales de l'OMS, qui décrivent un intervalle entre 6,5 et 9,5. Néanmoins, la variabilité du pH est, cette fois-ci, faible ( $CV=2,55\%$ ), rien que dans la région d'EL Hadika, des valeurs du pH maximales ont été notées (Fig. 28).

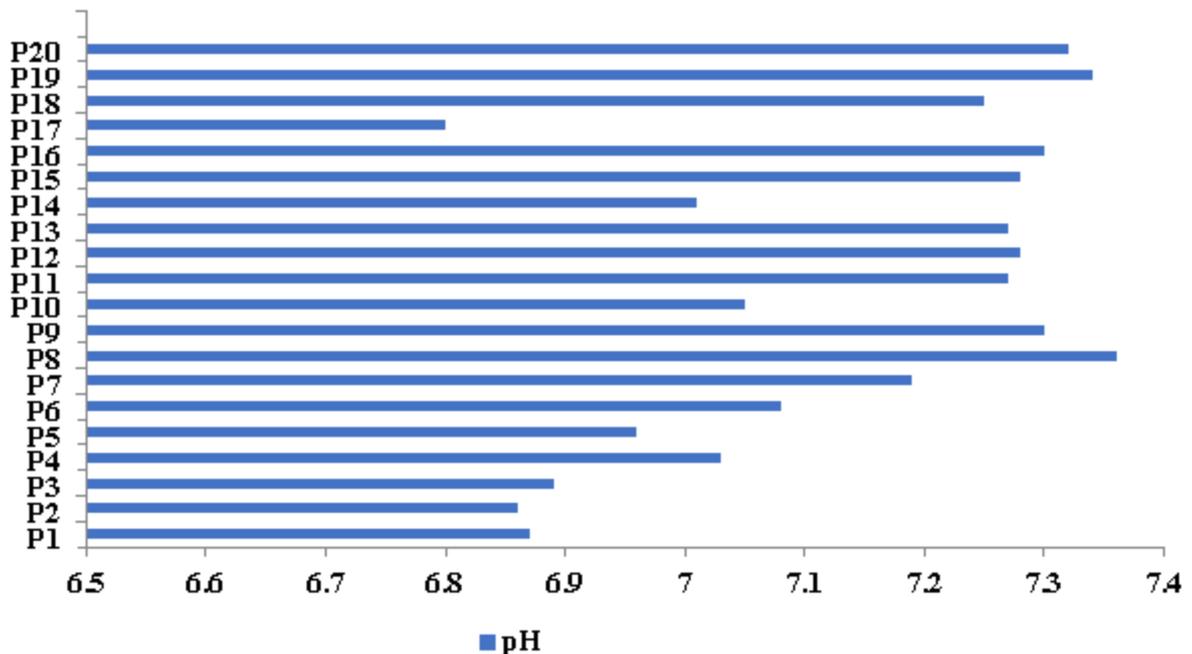


Figure 26. Variation du pH des eaux des puits des différentes stations

## Résultats et discussion

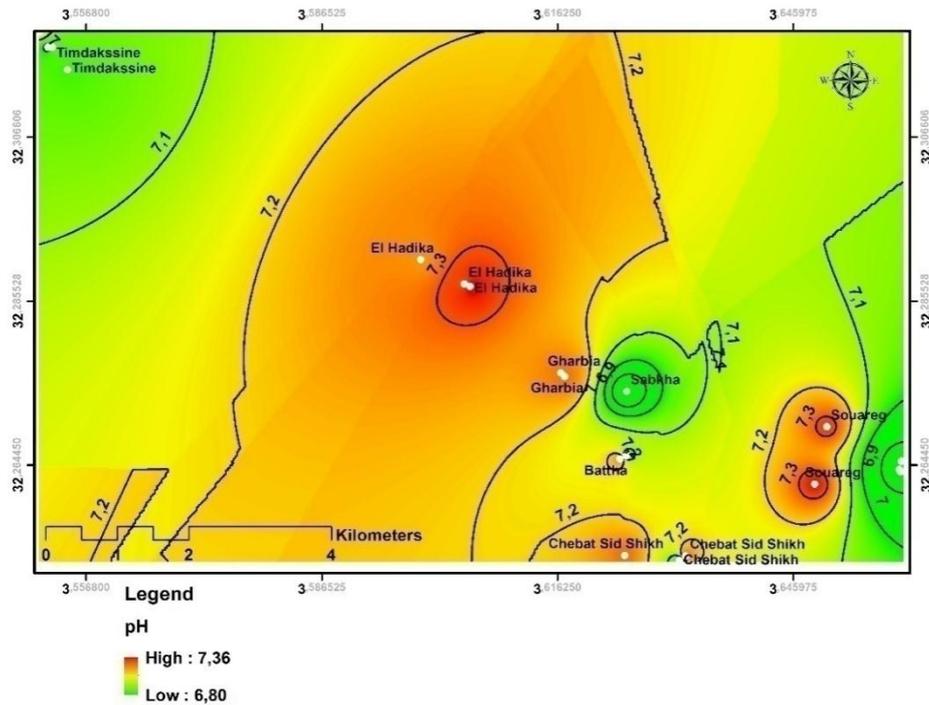


Figure 27. Carte de variation spatiale de pH des eaux d'aquifère de la région de Metlili

### 2.2. Conductivité électrique

Les données de CE montrent une variabilité élevée dont le coefficient de variation est de l'ordre de 48,64 %. En effet, les eaux de la majorité des puits sont considérées comme salées et impropres à la consommation selon les normes de la réglementation algérienne ( $CE > 2800 \mu\text{S}/\text{cm}$ ). Cependant, des valeurs minimales ont été enregistrées au niveau de la région de Chaabat Sid Cheikh et Timdaksine (Fig. 30).

## Résultats et discussion

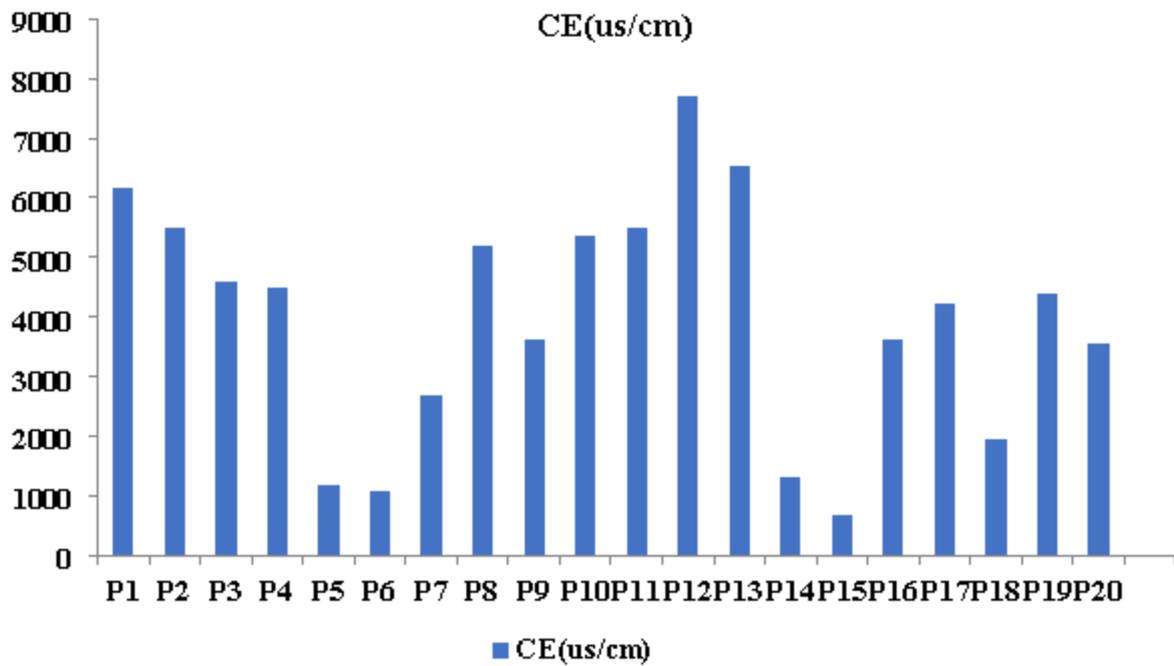


Figure 28. Variation de la conductivité des eaux des puits des différentes stations

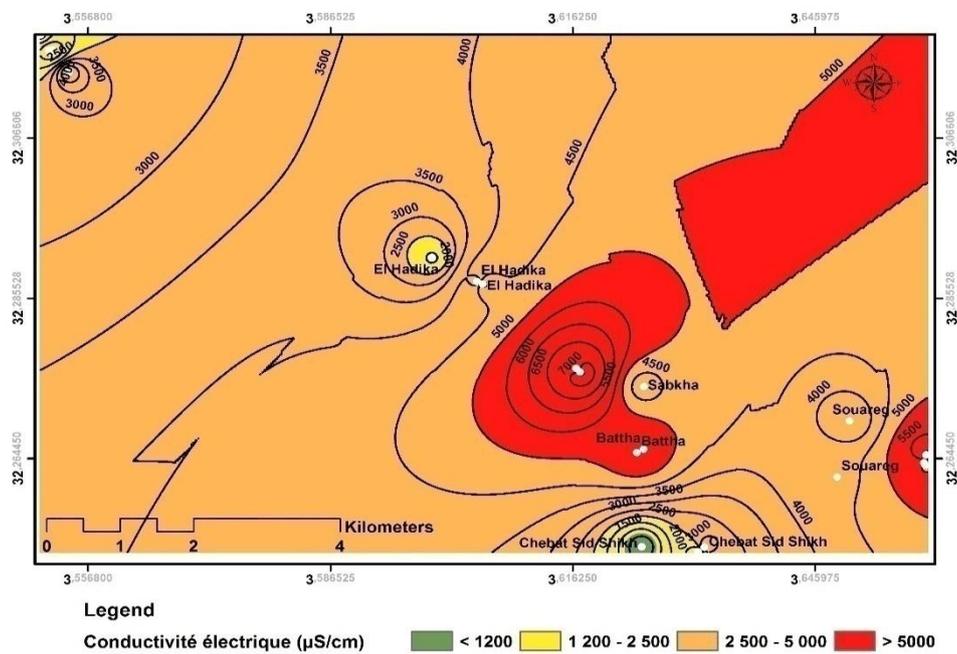


Figure 29. Carte de variation spatiale de conductivité des eaux d'aquifère de la région de Metlili

## Résultats et discussion

### 2.3.Profondeur

Les résultats relatifs à la profondeur révèlent que la profondeur des eaux varie entre 2 et 65 m. Bien que la profondeur moyenne soit de l'ordre de 25,52 m, des profondeurs maximales ont été notées dans les régions de Timdaksine et Chaabat Sid Cheikh. La variabilité est considérée comme très élevée (CV= 80,93 %) (Fig. 32).

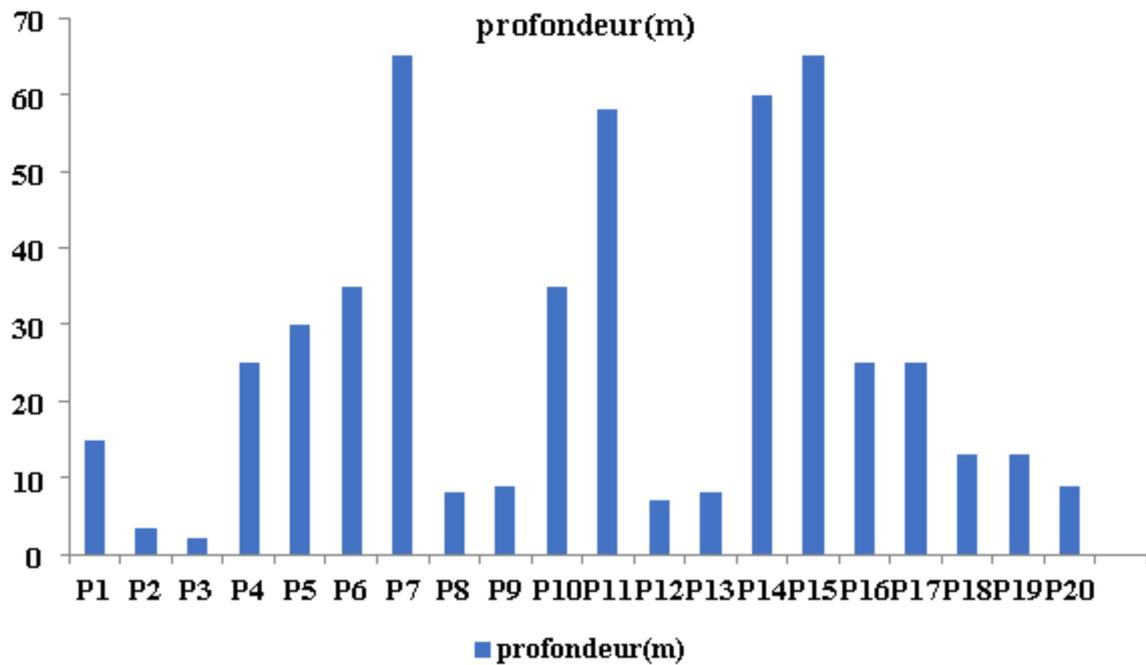


Figure 30. Variation de la profondeur des puits des différentes stations.

## Résultats et discussion

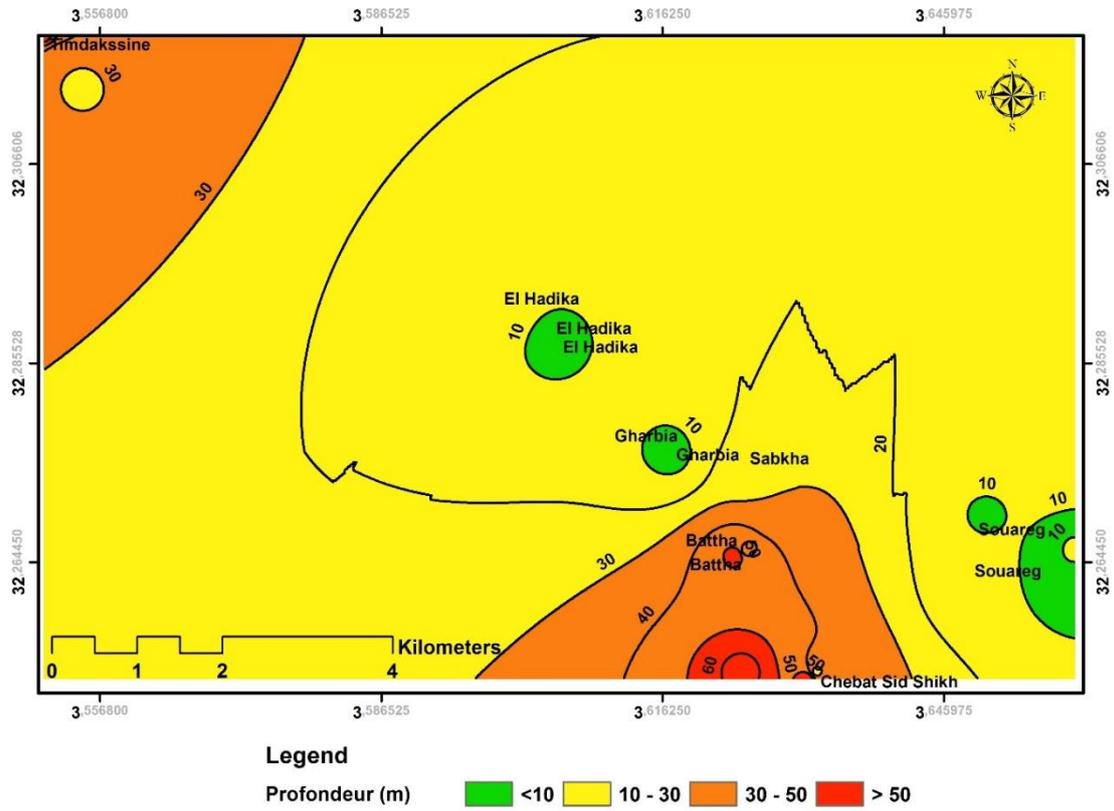


Figure 31. Carte de variation spatiale de la profondeur des puits de la région de Metlili

### Discussion générale

La présence d'un nombre de colonies assez important de coliformes totaux montre une médiocrité de la qualité de l'eau. Cette contamination peut être causée par l'infiltration des eaux d'assainissement du fait que certaines zones urbaines, en particulier El Hadika et Gharbia, connaissent une forte croissance démographique qui se traduit par un envahissement urbain caractérisé surtout par les raccordements anarchiques. Cette situation est aggravée, en outre, par l'ancienneté des réseaux vu qu'il s'agit d'anciennes structures urbaines. Les coliformes totaux n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles (TOURETTE, 2002). Cependant, pour les eaux souterraines non désinfectées, il a été observé que la présence de coliformes totaux peut être un indicateur de la dégradation de la qualité de ces eaux causée par des apports d'eau de surface. Ainsi, les coliformes totaux peuvent être des indicateurs de la présence potentielle de virus entériques humains (TOURETTE, 2002).

Les concentrations en masse bactérienne élevée d'*E. coli* notées surtout dans la zone de Chaabat Sid Chikh peuvent être expliquées par la présence d'une source de pollution microbienne d'origine ménagère et/ou d'élevage. Cette région connaît ainsi une activité marquante d'élevage. Dans ces régions qui en a noté une *E. coli* élevée. Ces régions qui caractérisaient par un pH optimum pour *E. coli* (6 à 7). En effet, la présence des souches *E. coli* dans des eaux est étroitement liée à la contamination récente de ces eaux par des matières fécales humaines ou animales. La présence d'*E. coli* dans l'eau potable signifie que celle-ci a été contaminée par des matières fécales pouvant contenir des micro-organismes pathogènes, comme des bactéries, des virus ou des parasites. Les conséquences d'une exposition à des bactéries, des virus et des parasites pathogènes présents dans l'eau peuvent varier. Les symptômes les plus courants sont les suivants : nausée, vomissements et diarrhée. Les enfants d'âge précoce, les personnes âgées, ainsi que les personnes dont le système immunitaire est affaibli, peuvent avoir des symptômes plus graves. Dans les cas extrêmes, certains pathogènes peuvent infecter les poumons, la peau, les yeux, le système (nerveux, les reins, ou encore le foie, et les effets peuvent être plus graves, chroniques, voire mortels. Il ne faut jamais supposer que l'eau que nous consommons est bonne à boire simplement parce qu'elle ne nous a jamais rendu malades. Si des bactéries sont présentes dans une eau, les risques de maladies sont réels (TOURETTE, 2002). L'intérêt de la

## **Résultats et discussion**

---

détection de ces coliformes, à titre d'organismes indicateurs, réside dans le fait que leur survie dans l'environnement est généralement équivalente à celle des bactéries pathogènes et que leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution produite par les matières fécales (CEAEQ, 2000). Par ailleurs, puisque les coliformes fécaux ne prolifèrent habituellement pas dans un réseau de distribution, ils sont utiles pour vérifier son étanchéité, permettant de détecter une contamination fécale découlant par exemple d'infiltrations d'eau polluée dans les canalisations (AWWA, 1990). Ils représentent aussi de bons indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau, mais comme leur nombre est moins élevé que celui des coliformes totaux, ces derniers sont plus préférables (ROBERTSON, 1995).

Par ailleurs, la région de Timdakssine est essentiellement contaminée par les streptocoques. Ceci est probablement lié à la contamination des sols suite à l'utilisation massive des fumiers ou encore aux rejets domestiques. Cependant, les streptocoques D couramment fréquents dans les zones d'El Hadika et Chaabat Sid Chikh sont à l'origine d'une contamination par eaux usées. Les eaux de ces zones sont, en effet, contaminées par tout type de bactéries pathogènes, examinées dans ce présent travail. Dans ces régions qui en a noté un streptocoque élevé. Ces régions qui caractérisaient par un pH optimum pour streptocoques (6.8 à 7.5). Les risques de la présence des streptocoques sur l'homme : des infections affectent différentes parties du corps humain, comme la gorge, l'oreille moyenne, les sinus, les poumons, la peau, les tissus situés sous la peau, les valves cardiaques et la circulation sanguine. Parmi les symptômes, suivant la zone infectée, on peut noter l'apparition de rougeur et de douleur au niveau des tissus gonflés, des ulcères croûteux, une angine (ulcération de la gorge) et une éruption cutanée (TOURETTE, 2002). La présence dans les milieux aquatiques d'un grand nombre de ces bactéries indique une contamination fécale et laisse ainsi conclure à la présence possible de microorganismes entériques pathogènes.

Les résultats du pH nous amènent à constater la conformité des valeurs obtenues aux normes OMS et algériennes. Néanmoins, les régions les plus polluées sont caractérisées par une légère alcalinité. En effet, le pH acide a un effet agressif sur les canaux d'alimentation et participe à la dissolution des métaux composant la canalisation et donc au phénomène de corrosion qui a un effet nuisible d'ordre esthétique et sanitaire. Tandis que

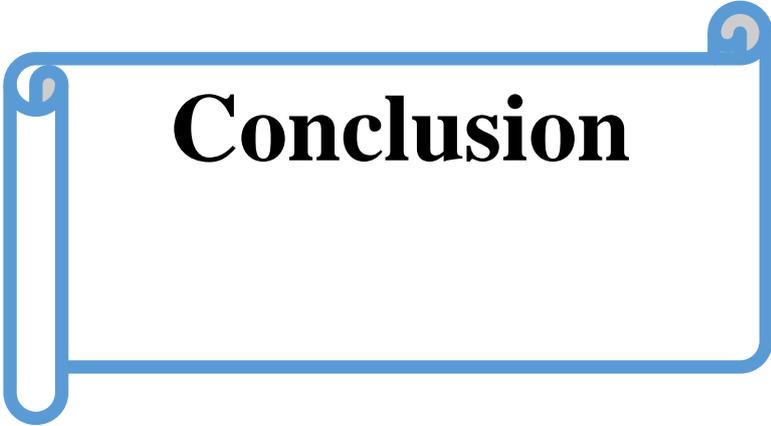
## ***Résultats et discussion***

---

le pH très basique contribue à la diminution progressive de l'efficacité de la décontamination microbienne par le chlore (MAIGA, 2005).

La conductivité élevée notée pour les régions de Souareg et Sebkha est expliquée par les sols minéraux salés qui caractérisent ces régions. De même, les profondeurs les plus basses sont celles mesurées dans la région de Souareg. En effet, les eaux de niveaux faibles de la nappe phréatique sont plus salées et plus exposées aux risques de pollutions (chimiques et biologiques), comparés à des niveaux plus, La nappe d'eau a été facilement envahie par le ruissellement superficiel d'eau pluviale entraînant les eaux usées humains rejetées tout autour à la surface du sol ainsi que ces puits n'ont pas été traités par le chlore (site. 2).

L'effet de la profondeur des puits sur la pollution de ces eaux est que les puits les plus profondeur sont les puis les plus potables par contre les puits les moins profondeur sont les puits les plus polluants.



**Conclusion**

# **Conclusion**

---

## **Conclusion**

L'eau fait partie de notre environnement naturel, tout comme l'air que nous respirons et la terre qui nous porte et nous nourrit. Elle constitue un des éléments familiers et indispensables de notre vie quotidienne.

Cette étude a été menée dans le but de déterminer la qualité microbiologique et physique de l'eau de puits de la région de Metlili dans la wilaya de Ghardaïa.

L'étude physique et microbiologique des eaux de puits a été réalisée en analysant vingt échantillons (20) avec une comparaison des résultats trouvés aux normes OMS et algériennes.

Les analyses microbiologiques montrent la présence des coliformes totaux, *Escherichia coli*, streptocoques et streptocoques Groupe D sur la plupart des puits d'eaux analysées. La présence de ces micro-organismes dans les eaux de puits montre qu'ils sont exposés à une pollution microbiologique fécale d'origine humaine et que cette pollution est récente. Par contre notre analyse montre aussi qu'il y a des puits potables (l'absence totale de pollution microbiologiques).

Du point de vue microbiologique, les résultats que nous avons obtenus dans les 20 points d'eau (puits) à travers les dénombrements réalisés le long de nos campagnes de prélèvements nous exposent une contamination bactérienne variable. Du point de vue nature de germes isolés et quantités de microorganismes, ceux-ci dépassent les normes décrites par l'OMS pour l'eau utilisée en consommation rendant celle-ci impropre à la consommation humaine.

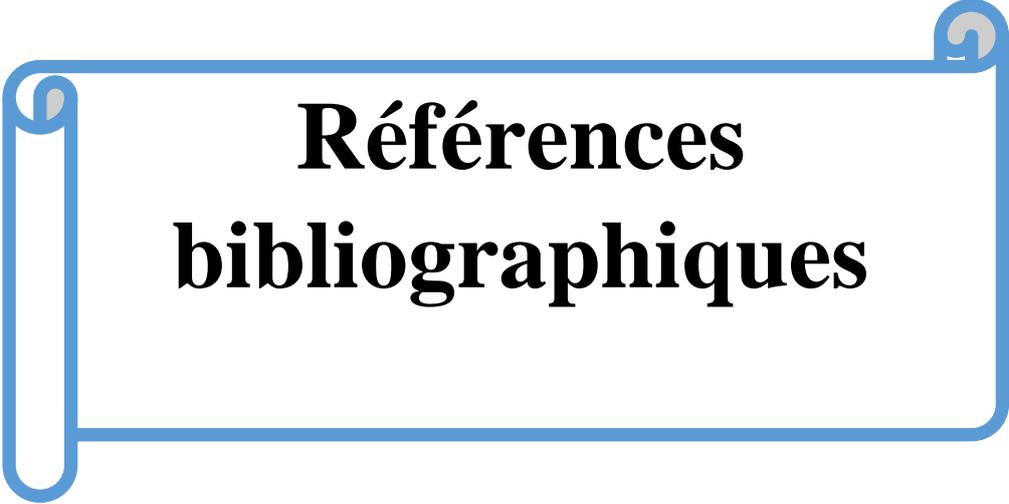
Du point de vue physique, une différence notable des taux et des teneurs mesurées de chaque paramètre étudié. Dans la majorité des cas les résultats du pH des eaux des puits dans la région d'étude varient entre 6.8 et 7.36. Ce sont en concordance avec les normes algériennes et internationales de l'OMS, elles répondent aux normes de potabilité alors que les valeurs de la conductivité elles dépassent les normes sur la plupart des puits.

Sur la base des résultats de cette étude, il s'avère que la qualité des eaux phréatiques de la région de Metlili est biologiquement détériorée et impropre à la consommation. Ces eaux constituent un risque majeur pour la santé humaine.

## ***Conclusion***

---

En raison de la situation sanitaire qui a touché le monde entier (COVID 19), n'avons pas pu cerner la qualité microbiologique des eaux de la totalité de la région de Metlili. Nous espérons donc que les études à venir incluront ces endroits tels que Guemgouma, Cité de Hador...etc., en allant plus profondément vers d'autres paramètres de pollutions incluant des paramètres chimiques.



**Références  
bibliographiques**

## **Références bibliographiques**

---

### **Références bibliographiques**

- **A.E.S.N ,(2010) :**Outils pédagogiques. Médiathèque. Enseignant. chap\_19.pdf
- **A.N.R.H DE GHARDAÏA,( 2017) :**Inventaire des forages et enquête sur les débits extraits de la nappe Albienne dans la wilaya de Ghardaïa. Agence Nationale des Ressource Hydraulique.
- **A.N.R.H, Ghardaïa,( 2011) :**Inventaire des forages et enquête sur les débits extraits de la nappe Albienne dans la wilaya de Ghardaïa. Agence Nationale des Ressource Hydraulique.
- **ACHOUR ,M. (2003) :** étude hydrogéologique de la nappe phréatique de la vallée de metlili (Ghardaïa) 36p
- **ACHOUR ,M. (2010) :** note de synthèse sur les premières mesures piézométriques en utilisant les nouveaux piézomètres captant la nappe du ci ; anrh ; Ghardaïa, Algérie ; 14p.
- **ACHOUR, M.( 2014) :**Vulnérabilité et protection des eaux souterraines en zone aride cas de la vallée du m'Zab (Ghardaïa – Algérie). Mémoire magister. P 126.
- **AOUISSI, A( 2010) :**microbiologie et physico-chimie de l' eau des puits et des sources de la région de Guelma (nord-est de l'Algérie), mémoire de magister. P141.
- **AUBRY ,(2012) :**Les maladies liées à l'eau actualités, docteur Bernard-alexgaüzère, médecine tropicale 7p.
- **AWWA, (1990)water :**quality and treatment. American water works association, 4e edition, 1194 p.
- **BENAYADAL :**maladies à transmission hydrique, enseignant université des sciences et de la technologie d'Oran, Algérie.
- **BENESSEDDIK, A.(2018) :**Étude hydrogéologique de la région de metlili (Ghardaïa). Mémoire master. P51.
- **BENGUELIA, R. HADJBRAHIM, A.( 2018) :** Étude hydrogéologique de continental intercalaire dans la région de Ghardaïa. P86.
- **BENSAHA Z, (2015) :** évaluation hydro chimique des eaux phréatiques de la vallée de m'Zab par comparaison avec la région de Laghouat et d'Ouargla pour l'aptitude de leur potabilité et en irrigation. Mémoire De Master université. Ghardaïa pp 88.
- **BOUHAFS, M. KIHOU, A(2018) :** Caractérisation physico-chimiques et bactériologique des eaux potables dans la ville de Ghardaïa. Mémoire master. P 67

## Références bibliographiques

---

- **BOUZIANI ,M.(2000)** :l'eau, de de la pénurie maladies. Ed. Ibn Khaldoun, Oran pp156.158.
- **BUSSON, G.(1972)** :principes, méthodes et résultats d'une étude stratigraphique du mésozoïque saharien. Paris. P464
- **CEAEQ,( 2000)** : Recherche et dénombrement des coliformes fécaux ; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale, Gouvernement du Québec, 24 p.
- **D.P.A.T.** :Direction de la planification et de l'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Ghardaïa, 2009- Atlas de Ghardaïa, 164 p.
- **DAJOZ, R.( 1980)** : Précis d'écologie. Paris, bordas. P503.
- **DASS, (2014)** :Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de la Nouvelle-Calédonie, Elaborer et mettre en œuvre un plan de sécurité sanitaire des eaux 28 Guide 4 : Suivi de la qualité de l'eau, BP N4, 98851.
- **DUBIEF, J.( 1953)** :Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. Institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie ; service des études scientifiques ; Alger, Algérie. P451
- **DUFFOUR A-P, (1977)**: *e. coli*: the faecal coliform. 4 8–58. in hoadelya.w.and b.j.dukta (eds).
- **GEORGES, R.( 2003)** : Introduction d'hydrologie Sahara algérien. Paris. P425
- **GUERBOUZ, F.(2006)** :contribution à l'étude cinétique de la qualité de l'eau potable au niveau de la ville de METLILI (Ghardaïa). Mémoire. D'ingénieur université. Ouargla pp 123.
- **KHERIFI.W, BEKIRI. F, JARANO 14, (2017)** :les maladies à transmission hydrique en Algérie.
- **LAID, (2010)** : Dialogue National Interministériel sur le Changement Climatique, Secteur clé : Santé (Adaptation) Alger, Algérie.
- **MAIGA, A.(2005)** :Thèse diplôme d'état (Docteur en Pharmacie) Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière, Bamako (Mali), p : 77.
- **MOHAMMEDI. I, MAYOU. O** : Evolution du transport solide et la qualité des eaux Cas du bassin versant de l'oued Harraza. Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana.

## **Références bibliographiques**

---

- **MONJOU ,R .(1997) :**Les pathologies d'origine hydrique et la potabilité de l'eau, Faculté de Médecine Pitié- Salpêtrière – Paris.
- **O.N.M, (2019) :**Données climatiques de la région de Ghardaïa. Ed. Office national de Météo, Ghardaïa. 3 p.
- **OSS,(2003) :**"Système aquifère du Sahara septentrional - gestion commune d'un bassin transfrontière". P229.
- **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. Pp 65.
- **REVUE DE PRESSE THEMATIQUE N° 27 (2003) :**Les maladies hydriques, Recherche et Gestion des savoirs RGS/AGC/SS Mars 2003.
- **ROBERTSON,(1995) :**Utilités et limites des indicateurs microbiologiques de la qualité de l'eau potable. Dans : Air intérieur et Eau potable, sous la direction de Pierre Lajoie et Patrick Levallois, Presses de l'Université Laval, p.193.
- **RODIER ET AL, L'ANALYSE DE L'EAU :** Edition 9ème, Dunod, Paris, 2009, p : 120-256-1002.
- **RODIER ,J.(1996) :**L'analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduelles, eaux de mer. 8ème édition. Dunod. 1383 p.
- **ROUX, M. (1987) :**Office International De L'eau : L'analyse Biologique De L'eau. *TEC& DOC*. Paris. 229p.
- **SAOUD, I.( 2014) :**Contribution à l'étude hydro chimique de la nappe du Sénonien dans la région de Guerrara (Ghardaïa). Mémoire. De Master, université Ouargla. P81.
- **TOURAB, H .(2013) :** Mémoire de fin d'étude, université CADI AYYAD, Marrakch.
- **TOURETTE, I.(2002) :**Filières laitières en Afrique et points critiques pour la maîtrise des dangers sanitaires des laits et produits laitiers. Diplôme d'études supérieures. P : 30

## ***Références bibliographiques***

---

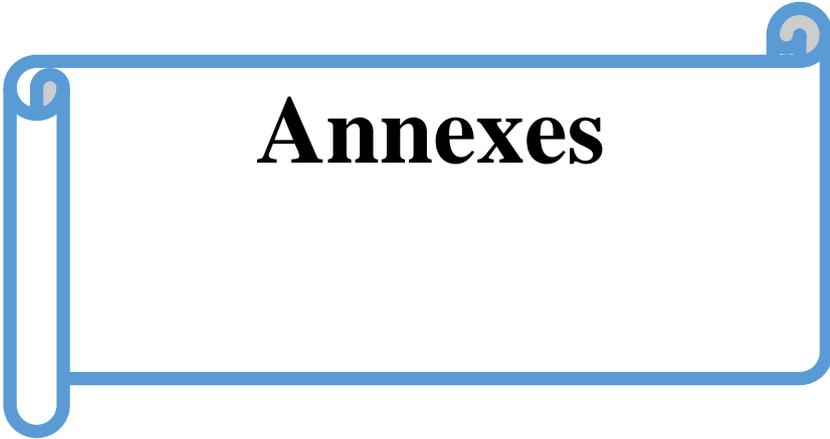
### **Sites web**

**(Site.1).**

Http ://www.lenntech.fr/bibliotheque/maladies/maladie-hydrique/maladiehydrique.htm#ixzz4YxhaDVmo.Consulter le 10/02/2018.15).

**(Site.**

**2).**Https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/hs/pdf/fr/MilieusSains/eau/Coliformes.



# **Annexes**

# Annexes

---

## Annexes

### 1. Présentation du laboratoire de contrôle de la qualité de Ghardaïa

**Dénomination :** le laboratoire de contrôle de la qualité et de la répression des fraudes de la wilaya de Ghardaïa.

**Raison sociale :** C.A.C.Q.E.

**Organisme :** centre algérien du contrôle de la qualité et de l'Emballage.

**Statut juridique:** répression des fraudes.

**Date de création et occupation :** 02 mars 2002.

**Date de mise en fonction :** 18 février 2004.

**Localisation géographique :** commune EL ATTEUF, Daira de Bounoura, Wilaya de GHARDAIA (7 km environ du chef-lieu de la wilaya).

**Domaine d'activité:** contrôle de la qualité.

**Gamme de produits :** alimentaires.

**Couverture territoriale :** la wilaya de Ghardaïa.

**2. Le coefficient de variabilité :** Cinq classes basées sur la valeur de CV, sont proposées par NOLIN et al ,1997 in MATHIEU2009 pour qualifier l'intensité de la variabilité des sols.

**Tableau 1. les normes de coefficient**

Intensité de la variabilité	Coefficient de variabilité
Faible	<15
Modérée	15-35
Elevée	35-50
Très élevée	50-100
Extrêmement élevée	>100

- **Le coefficient de variation (CV)**

## Annexes

---

Le coefficient de variation est une mesure relative de la dispersion des données autour de la moyenne. Le coefficient de variation se calcule comme le ratio de l'écart-type rapporté à la moyenne, et s'exprime en pourcentage. Il permet de comparer le degré de variation d'un échantillon à un autre, même si les moyennes sont différentes.

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} * 100\%$$

Où se représente l'écart-type de l'échantillon et  $\bar{x}$ , la moyenne de l'échantillon.

Lorsque l'écart-type et la moyenne proviennent des mesures répétées sur un même individu (par exemple, les performances d'un athlète au cours de différentes compétitions sportives), le coefficient de variation devient une mesure importante de la fiabilité.

### 3 Analyse microbiologiques (Table de MAC GRADY)

Tableau 2. le tableau de PNN.

3 tubes de 10ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0.1 ml	NPP dans 100 ml
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64

## Annexes

3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100

### 3.2. Résultats microbiologiques



Photo1. La Présence des coliformes totaux



Photo 2. La présence de *E. Coli*



photo 3.4: présence des streptocoques groupe D



## 4 Analyse physique



**Photo. 5.pH-mètre et conductivite-mètre**

**Tableau 3. les analyses descriptive**

Statistique	Profondeur	Ct	Strep	E.coli	streD	pH	CE
Minimum	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	6.8000	674.0000
Maximum	64.0000	1100.0000	1100.0000	1100.0000	1100.0000	7.3600	7700.0000
1er quartile	8.7500	3.7500	12.0000	0.0000	0.0000	6.9975	2487.0000
médiane	20.0000	19.0000	106.5000	0.0000	19.0000	7.2200	4315.0000
3eme quartile	35.0000	331.2500	1100.0000	24.2500	295.0000	7.2850	5390.0000
Moyenne	25.5200	289.5000	392.0500	170.3500	271.5000	7.1355	3967.2000
variance	426.5576	219443.7500	226302.8475	152663.3275	184145.7500	0.0331	3723361.3600
Ecart-type	20.6533	468.4482	475.7130	390.7215	429.1221	0.1819	1929.6013
Coefficient de variation	0.8093	1.6181	1.2134	2.2936	1.5806	0.0255	0.4864

**Tableau 4. Normes algérienne de l'eau potable**

<b>Paramètres</b>	<b>Unités</b>	<b>Normes</b>
<b>pH</b>	Unité pH	$\geq 6.5$ et $9 \leq$
<b>Conductivité</b>	$\mu\text{s}/\text{cm}$	2800
<b>Streptocoque</b>	-	-
<b>Coliformes Totaux</b>	-	-