

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–  
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie  
Département Nutrition et Technologie Agro Alimentaire



Mémoire de fin d'études  
En vue de l'obtention du diplôme de Master académique  
Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers  
Filière : Géologie  
Spécialité : Hydrogéologie

Présenté par :

- Mellouk Yacine  
- Laib Abdellah

Thème

**Contribution à l'étude hydrogéologique et hydrochimique des ressources en eau  
souterraine du Chott Chergui : Cas de la région de Sidi Abderahmane-Chehaima  
(La partie Sud-Ouest de la wilaya de Tiaret)**

Soutenu publiquement le : 14/07/2021

**Jury:**

**Grade**

**Président :** Mr. MEBARKI K.

MCB

Université de Tiaret.

**Encadrant :** Mr. MOUCHARA N.

MAA

Université de Tiaret.

**Co-encadrant :** Mr. AMEUR M.

MAA

Université de Tiaret.

**Examineur :** Mr. ZERARKA A.

MCA

Université de Tiaret.

Année universitaire : 2020-2021

## *Remerciements*

*Nous remercions avant tout ALLAH tout puissant, de nous avoir guidé toutes les années d'études et nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde et sincère reconnaissance et respect à notre encadrant Mr. **MOUCHARA Nabil** pour avoir accepté de nous encadrer, pour sa disponibilité, ses conseils avisés et tout le temps qu'il nous a consacré au cours de ses derniers mois.*

*Et Bien Sur Sans Oublier Notre co-encadrant Mr. **AMEUR Mohamed** Pour ses Conseils et pour sa disponibilité.*

*Nos remerciements vont aussi aux membres de jury qui ont bien voulu juger ce travail :*

*Mr. **MEBARKI Kadour** enseignant à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret qui nous a fait l'honneur de présider notre jury.*

*Un grand merci à Mr. **ZERARKA Abdelkader** d'avoir bien voulu accepter d'évaluer et d'examiner ce travail.*

*Nos sincères remerciements, pour les enseignants de la spécialité : Hydrogéologie, pour leurs précieux, leurs soutiens inestimables et leur encouragements,*

*Nous voulons aussi témoigné notre reconnaissance et d'exprimer toute notre gratitude à nos enseignants qui ont participé pour une grande part dans notre formation.*

*Enfin nous adressons un grand Merci à nos familles et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*Pour m'avoir permis d'être ce que je suis devenue aujourd'hui, je voudrais remercier le seigneur des mondes par qui tout est possible: **Allah** qui nous a donné foi, santé et le courage de mener ce travail.*

*À la mémoire de mon grand-père*

*Qui a souhaité vivre pour longtemps juste pour nous voir qu'est-ce que nous allons devenir.*

*À ma Grande mère.*

*À mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance.*

*J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.*

*A mes chères sœurs*

*A mes beaux frères*

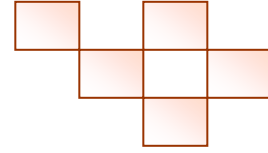
*A mes chers amis*

*A mon binôme Yacine Mellouk*

*qui a rendu mon moral plafonné tout le long de cette période.*

*A tous mes collègues de promotion 2021*

*Laieb Abdellah*



# *Dédicace*

*A ma source de motivation, à ceux qui n'ont cessé de me soutenir, m'encourager et me guider tout au long de ma vie, à ceux qui ont tout sacrifié pour mon bien-être, à **mes chers parents**, que le dieu les préserve et leur accorde une longue vie jusqu'à ce qu'ils me voient répondre à leurs attentes, aucun mot ne pourra exprimer ma vie gratitude et ma reconnaissance à votre égard,*

*À mon frère **Mohammed**,*

*À mes **grandes mères** que dieu leur donnent une longue et joyeuse vie.*

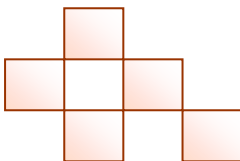
*À mon cher binôme **Abdellah**,*

*Pour son entente et sa patience,*

*À tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès,*

*À tous ceux que j'aime,*

*Merci !*



*Yacine,*



# Sommaire

---

---

*Contribution à l'étude hydrogéologique et hydrochimique des ressources en eau souterraine du Chott Chergui : Cas de la région de Sidi Abderahmane - Chehaima (La partie Sud-Ouest de la wilaya de Tiaret)*

## **Table des matières**

Remerciement	
Dédicace	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale .....	01

### **CHAPITRE I : Cadre physique et géologique**

Introduction .....	02
1. Situation géographique et administrative du Chott Chergui.....	02
2. Réseau hydrographique du bassin versant de Chott Chergui.....	05
3. Situation géographique de la région de Sidi Abderahmane-Chehaima.....	06
3.1 Evolution de la population : .....	07
3.2 La densité de population .....	08
4. Etude socio- économique : .....	09
4.1 Agriculture: .....	09
5. Caractéristiques pédologiques et orographiques de la zone d'étude (Sidi Abderahmane-Chehaima) .....	09
5.1 Reliefet morphologie .....	09
5.2 Altitude .....	10
5.3 Pédologie .....	11
6. Contexte géologique générale : .....	13
6.1 Description lithologique du chott chergui:.....	13
6.1.1 Description lithostratigraphique : .....	13
7- Tectonique : .....	18
8. Description lithologique de Sidi Abderahman-Chehaima : .....	19
8.1 Description lithostratigraphique : .....	19
8.1.1 Le socle:.....	19
8. 1.2 La couverture: .....	19
Conclusion : .....	24

### **CHAPITRE II : Etude hydro climatique**

Introduction .....	25
I. Les facteurs climatiques : .....	25
I.1 Les précipitations : .....	25
I.1.1 Les Précipitations moyennes mensuelles : .....	25
I.1.2 Régimes saisonniers des précipitations : .....	26
I.1.3 Variations annuelles : .....	27
I.1.4 Précipitations moyennes interannuelles et Coefficient pluviométrique	

(Cp) :	28
I.2 Les Températures :	30
I.3 Classification du climat de la région :	31
I.3.1 Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN:	32
I.3.2 Détermination de l'humidité du sol (méthode d'Euverte) :	32
I.3.3 Indice d'aridité de DEMARTONNE :	33
I.3.4 Le diagramme d'Emberger.....	35
II. Le Bilan hydrique:	36
II.1. Etude de l'évapotranspiration :	37
II.1.1 Estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) :	37
Conclusion :	41

### **CHAPITRE III: Etude hydrogéologique**

Introduction :	43
1. Contexte hydrogéologique général :	43
1.1 Principaux aquifères et Zones susceptibles d'être aquifères.....	43
1.1.1 Le jurassique inférieur « Lias » .....	43
1.1.2 L'Aaléno- Bathonien: .....	44
1.1.3. Le Callovo-Oxfordien : .....	46
1.1.4. Le Kimméridgien - Tithonique : .....	46
1.1.6. Le Barrémo-Albien : .....	46
1.1.7. Le Cénomano- Turonien: .....	46
1.1.8. Le Sénonien: .....	47
1.1.9. Le remplissage Tertiaire et Plio-Quaternaire: .....	48
2. Contexte hydrogéologique local :	49
2.1. Aperçu géologique :	49
a-Plio-Quaternaire :	49
b-Sénonien: .....	49
c-Aaélo-bajo-bathonien : .....	49
2.2. Hydrogéologie et hydrologie :	51
2.2.1. Les eaux superficielles :	51
2.2.2. Les eaux souterraines : .....	51
Conclusion .....	53

## CHAPITRE IV : Etude Hydro chimique

Introduction :	54
1 : Echantillonnage.....	54
➤ Les paramètres physiques :	55
➤ Les paramètres chimiques :	55
2. Paramètres Physico-chimiques :	57
2.1. Interprétation des Paramètres physique :	57
2.1.1 Température T°C :	57
2.1.2 Potentiel d'Hydrogène :	59
2.1.3 La conductivité électrique :	60
2.1.4 Turbidité :	61
2.1.5. Salinité :	62
2.2 Les paramètres chimiques :	62
2.2.1 Le Calcium (Ca <sup>+2</sup> ) :	62
2.2.2 Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ) :	63
2.2.3 La Dureté (TH) :	65
2.2.4 Le Sodium: (Na <sup>+</sup> ) :	66
2.2.5 Le Potassium (K <sup>+</sup> ) :	67
2.3.6 .Les matières oxydables (MO) :	68
2.2.7 Bicarbonates HCO <sup>3-</sup> :	69
2.2.8 Chlorure Cl <sup>-</sup> .....	69
2.2.9 Sulfates SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> :	70
2.2.10 Nitrate NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> :	72
2.2.11. Nitrite NO <sub>2</sub> :	73
2.2.12. Azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) :	74
2.2.13 L'Ortho phosphate PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> :	75
3. Détermination du faciès chimique des eaux des points de prélèvement .....	76



3 .1 Aptitude des eaux de la zone d'étude à l'irrigation :.....	77
3 .1 .1 Le risque de salinité .....	77
3.1.2 Evolution temporelle de la salinité .....	77
3 .1.3.Diagramme de Richards .....	79
Conclusion : .....	81
Conclusion générale : .....	82
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

## *Liste des abréviations*

- A.N.R.H.** : Agence Nationale des **R**essources **H**ydrauliques
- A.D.E.** : Algérienne **D**es **E**aux
- D.S.A.** : **D**irection des **S**ervices **A**gricoles
- R.G.P.H.** : **R**ecensement **G**énéral de la **P**opulation et de l'**H**abitat.
- Ca<sup>+2</sup>** : Calcium
- CE** : Conductivité électrique
- Cl<sup>-</sup>** : Chlorures
- CMA** : Concentration Maximal Admissible
- D.R.E** : **D**irection des **R**essources en **E**au
- °F** : Degrés Français.
- K<sup>+</sup>** : Potassium
- M.E.S** : **M**atières **E**n **S**uspension
- Mg/l** : Milligramme par litre.
- Mg<sup>+2</sup>** : Magnésium
- MO** : Matière Organique
- NA** : Normes algériennes
- NO<sub>3</sub>** : Nitrates
- NO<sub>2</sub>** : Nitrites
- N.T.U** : Néphélométrie **T**urbidity **U**nit
- pH** : Potentiel d'Hydrogène.
- T°** : Température.
- T.A** : Titre Alcalin
- T.A.C** : Titre Alcalin Complet
- T.H** : Titre Hydrométrique
- µs/cm** : Micro Siemens par Centimètre.
- SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>** : Sulfates.

**PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>** : Phosphates.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Nitrates.

**B.N.E.D.E.R** : Bureau National des Etudes pour le Développement Rural

**Cp** : Coefficient pluviométrique.

**AE** : Année excédentaire.

**AD** : Année déficitaire.

**°C** : degré Celsius.

**Pop.** : La population.

**Hab.** : Habitant.

**dd** : Degrés décimal

## Liste des figures

<b>Figure N°01</b> : Situation géographique du bassin versant du Chott .Chergui.....	03
<b>Figure N°02</b> : Les Communes intégrées dans le bassin versant du Chott Chergui.....	04
<b>Figure N°03</b> : Carte du réseau hydrographique du sous bassin de bassin versant du Chott Chergui .....	05
<b>Figure N°04</b> : Situation géographique de la Zone d'étude (Sidi Abderahmane-Chehaima).....	07
<b>Figure N°05</b> : Évolution de la population du 02 communes : Sidi Abderahmane -Chehaima .....	08
<b>Figure N°06</b> : Carte des pentes (°) de la zone d'étude. ....	10
<b>Figure N°07</b> : Carte altimétrique de la zone d'étude.....	11
<b>Figure N°08</b> : colonne lithologique du sondage de forage 34(Augier. C., 1967) .....	16
<b>Figure N°09</b> : La coupe géologique du bassin de Chott Chergui (Clair A., 1956).....	18
<b>Figure N°10</b> : La coupe géologie de la zone étude. ....	21
<b>Figure N°11</b> : Localisation la coupe géologique de la Zone étude (claire, A., 1956).....	22
<b>Figure N°12</b> : La coupe géologique de la zone étude (Claire. A., 1956) Echelle =1/1100 000.....	23
<b>Figure N°13</b> : Représentation des précipitations moyennes mensuelles 1986-2018.....	26
<b>Figure N°14</b> : Variation des précipitations moyennes saisonnières (1986-2018).....	27
<b>Figure N°15</b> : Evolution des précipitations moyennes interannuelles (1986-2018) .....	27
<b>Figure N°16</b> : Diagramme des Variations des coefficients pluviométriques de la station de Saida .....	30
<b>Figure N°17</b> : Variation des températures mensuelles à la station de Saida de la période.....	31
<b>Figure N°18</b> : Courbe Ombro-thermique de Gaussen de la station de Saida (1986-2018).....	32
<b>Figure N°19</b> : Abaque de l'Indice d'aridité Annuel de De Martone, 1923 de la station de Saida.....	34
<b>Figure N°20</b> : Climagramme d'EMBERGER de station de Saida.....	36
<b>Figure N°21</b> : Schéma récapitulatif des paramètres du bilan hydrique de Thornthwaite de la station Saida (1986-2018) .....	42
<b>Figure N°22</b> : Carte piézométrique de la nappe de l'Aaléno-bathonien 1954.	

(Clair, 1956).....	45
<b>Figure N°23</b> : Coupe schématique représentative des principaux aquifères du bassin versant du Chott Chergui. (Claire. A. ; 1956) .....	49
<b>Figure N°24</b> : l'extrait la carte Hydrogéologie de la zone étude (ANRH., 2008).....	50
<b>Figure N°25</b> : Répartition des points de prélèvement dans la zone d'étude.....	55
<b>Figure N°26</b> : Histogramme montre la variation de la température (°C) des points de prélèvement de la zone d'étude .....	58
<b>Figure N°27</b> : Histogramme des résultats du pH des point de prélèvement.....	59
<b>Figure N°28</b> : Histogramme des résultats de la conductivité électrique en ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) des points de prélèvement .....	60
<b>Figure N°29</b> : Histogramme des résultats de la turbidité (en NTU) des points de prélèvement.....	61
<b>Figure N°30</b> : Histogramme des résultats de la Salinité ( $\text{mg}/1$ ) des points de Prélèvement .....	62
<b>Figure N°31</b> : Histogramme des résultats du Calcium ( $\text{mg}/1$ ) des points de prélèvement.....	63
<b>Figure N°32</b> : Histogramme des résultats du Magnésium ( $\text{mg}/1$ ) des points de Prélèvement. ....	64
<b>Figure N°33</b> : Histogramme des résultats des analyses des Sodium ( $\text{mg}/1$ ) des points de prélèvement .....	66
<b>Figure N°34</b> : Histogramme des résultats des analyses des Potassium ( $\text{mg}/1$ ) des points de prélèvement .....	67
<b>Figure N°35</b> : Histogramme des résultats des analyses des MO ( $\text{mg}/1$ ) des points de prélèvement. ....	68
<b>Figure N°36</b> : Histogramme des résultats des analyses des Bicarbonates ( $\text{mg}/1$ ) des points de prélèvement. ....	69
<b>Figure N°37</b> : Histogramme des résultats des analyses des Chlorures ( $\text{mg}/1$ ) des points de prélèvement .....	70
<b>Figure N°38</b> : Histogramme des résultats des analyses des Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) des points de prélèvement .....	71
<b>Figure N°39</b> : Histogramme des résultats des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) en $\text{mg}/1$ des points de prélèvement.....	72

<b>Figure N°40</b> : Histogramme des teneurs en nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) (mg/l) des points de Prélèvement.....	73
<b>Figure N°41</b> : Histogramme des résultats d'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) (mg/l) des points de prélèvement .....	74
<b>Figure N°42</b> : Histogramme des teneurs en phosphates ( $\text{PO}_4^+$ ) en mg/l des points de prélèvement .....	75
<b>Figure N°43</b> : Diagramme de Piper des points de prélèvement de la zone d'étude.....	76
<b>Figure N°44</b> : Classification des eaux de la zone d'étude dans le diagramme de Wilco.....	78
<b>Figure N°45</b> : Classification des eaux de la zone d'étude dans le diagramme de Richards....	80

## Liste des Tableaux

<b>Tableau N°01</b> : Evolution de la population des 02 communes (Sidi Abderahmane-Chehaima).....	07
<b>Tableau N°02</b> : Densité de population des communes : Sidi Abderahmane, Chehaima.....	08
<b>Tableau N°03</b> : Répartition de la superficie agricole utile des 02 communes : Sidi Abderahmane, Chehaima. (DSA. Tiaret, 2020) .....	09
<b>Tableau N°04</b> : Indicateurs de salinité du sol.....	12
<b>Tableau N°05</b> : Caractéristiques de la station météorologique de Saida.....	25
<b>Tableau N°06</b> : Les Précipitations moyennes mensuelles de Saida (1987-2018).....	25
<b>Tableau N°07</b> : Régimes saisonniers des précipitations de la station d'Ain Skhouna.....	26
<b>Tableau N°08</b> : Représentation les précipitations annuelles et coefficients pluviométrique pour les stations de Saida (1987-2018) .....	29
<b>Tableau N°09</b> : Températures moyennes mensuelles de la station de Saida (1986-2018).....	31
<b>Tableau N°10</b> : Valeurs du rapport P/T (Saida. 1986-2018) .....	33
<b>Tableau N°11</b> : Valeurs du rapport P/T (Saida, 1986-2018) .....	33
<b>Tableau N°12</b> : Comparaison entre les deux méthodes de calcul de l'ETR.....	38
<b>Tableau N°13</b> : Estimation du ruissellement selon les formules de Tixeront-Berkaloff de La station de Saida Période (1986-2018).....	39
<b>Tableau N°14</b> : Bilan hydrique de la station de Saida selon C.W Thornthwaite.....	40
<b>Tableau N°15</b> : Tableau récapitulatif des paramètres du bilan hydrologique de la station de Saida (1986-2018).....	41
<b>Tableau N°16</b> : Caractéristiques des forages au niveau des communes de Sidi Abderahmane et Chehaima .....	52
<b>Tableau N°17</b> : Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine avec valeurs limites (Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.) .....	56
<b>Tableau N°18</b> : Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine avec valeurs indicatives (Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.) .....	57
<b>Tableau N°20</b> : Résultats de mesure du pH des points de prélèvement. ....	59
<b>Tableau N°21</b> : Résultats de mesure de CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) des points de prélèvements.....	60
<b>Tableau N°22</b> : Résultats de mesure de Turbidité (NTU) des points de prélèvement.....	61

<b>Tableau N°23</b> : Résultats de mesure Salinité (%) des points de prélèvement.....	62
<b>Tableau N°24</b> : Résultats de dosage de Calcium des points de prélèvement.....	63
<b>Tableau N°25</b> : Résultats de dosage de Magnésium des points de prélèvement.....	64
<b>Tableau N°26</b> : Classification de l'eau selon la dureté totale. ....	65
<b>Tableau N°27</b> : Résultats et classification de la dureté totale des points de prélèvement..	65
<b>Tableau N°28</b> : Résultats de mesure de Sodium (mg/l) des points de prélèvement.....	66
<b>Tableau N°29</b> : Résultats de dosage de Potassium (mg/l) des points de prélèvement.....	67
<b>Tableau N°30</b> : Résultats de dosage de MO (mg/l) des points de prélèvement.....	68
<b>Tableau N°31</b> : Résultats de dosage de HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) de points de prélèvement.....	69
<b>Tableau N°32</b> : Résultats de dosage de Cl <sup>-</sup> (mg/l) des points de prélèvement.....	70
<b>Tableau N°33</b> : Résultats de dosage de sulfates (mg/l) des points de prélèvement.....	71
<b>Tableau N°34</b> : Résultats de dosage de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) des points de prélèvement.....	72
<b>Tableau N°35</b> : Résultats de dosage de NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l) des points de prélèvement.....	73
<b>Tableau N°36</b> : Résultats de dosage de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l) des points de prélèvement.....	74
<b>Tableau N°37</b> : Résultats de dosage de PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (mg/l) des points de prélèvement.....	75
<b>Tableau N°38</b> : Classes de salinité selon Richards. ....	77
<b>Tableau N°39</b> : Classification des eaux par degrés d'aptitude à l'irrigation.....	79



# **Introduction générale**

---

*Contribution à l'étude hydrogéologique et hydrochimique des ressources en eau souterraine du Chott Chergui : Cas de la région de Sidi Abderahmane - Chehaima (La partie Sud-Ouest de la wilaya de Tiaret)*

## **Introduction**

Cette région a fait l'objet d'un intérêt particulier depuis l'arrivée des services coloniaux français en Algérie. D'anciennes études et rapports d'explorations scientifiques ont été édités sur les hauts plateaux et en particulier sur la région Sud oranaise. En témoignage des observations recueillies au cours de ces missions tant sur l'exploitation de l'Alfa que la mise en valeurs, beaucoup d'écrits décrivaient l'aspect physique général, la géomorphologie, la topographie, la pédologie et les ressources en eau. Au début des années 1945, une équipe de spécialistes s'est installée dans la localité de Ain Skhouna du Chott Chergui, aménageant ainsi un camp dénommé d'après Larnaud 1948 "Centre d'études hydrauliques du Chott Chergui", aujourd'hui transformé en auberge de jeunesse. Cette équipe avait pour mission d'accomplir des études hydrogéologiques expérimentales sur les nappes souterraines du Chott Chergui dont les résultats mettaient en évidence une ressource en eau souterraine très prometteuse pour plusieurs programmes de transfert vers d'autres régions et surtout pour les programmes de développement agricole. C'est ainsi qu'un premier périmètre d'irrigation expérimental de 240 ha dénommé Faied R'mel situé à 5 km de Ain Skhouna destiné aux cultures fourragères a été alimenté par les eaux souterraines (puits C1).

La mobilisation de la ressource en eau souterraine du Chott Chergui contenue dans les différents aquifères du bassin hydrogéologique, fait partie des composantes de la nouvelle vision de la politique algérienne qui s'inscrit dans la dynamique d'aménagement des milieux ruraux et du développement socio-économique de cette région. Seulement, cet espace régional est déjà confronté à plusieurs problèmes écologiques et environnementaux dont la désertification, la sécheresse, l'érosion éolienne et hydrique, la salinisation des sols et des eaux, le surpâturage et le défrichement. Ces facteurs sont aggravés par l'exploitation irrationnelle de la ressource naturelle entre autres les eaux souterraines, et par les multiples autres pratiques néfastes comme les rejets liquides des eaux usées industriels mais surtout domestiques, ou solides, les ordures ménagères accumulées, qui sont évacués directement dans la nature sans aucun traitement préalable et par l'utilisation des engrais et des pesticides dans les zones agricoles. (Yahiaoui S., 2015)

L'interaction entre ces facteurs engendre une dégradation accrue du milieu aux conséquences alarmantes, elles se traduisent essentiellement par une altération qui affecte quantitativement et qualitativement les eaux souterraines et les sols. Aussi est-il nécessaire avant tout d'établir un diagnostic pour répertorier l'ensemble des causes impliquées de façon directe ou indirecte dans le processus de la pollution des eaux souterraines et de la salinisation des sols dans

cette région et surtout, de chercher à comprendre comment elles se conjuguent et interagissent dans le temps et dans l'espace.

L'étude que nous avons entreprise a pour objectif d'évaluer les ressources en eau souterraine de la région de Sidi Abderahmane – Chehaima qui fait partie du bassin versant du Chott Chergui et la caractérisation qualitative des ouvrages de captages par l'étude de l'évolution spatiale des différents paramètres physicochimiques analysés, les détails de ces résultats d'étude seront illustrés dans ce mémoire, à travers quatre chapitres :

- **Le premier chapitre** représente une étude générale de la région sur les plans géographique, hydrologique, géologique et socio-économique.
  
- **Le deuxième chapitre** basé sur les données climatiques de la période (1986-2018) comme données récentes. Et Expose une étude des différents paramètres climatiques, tels que le type de climat, les précipitations, les températures qui permet d'établir le bilan hydrique et estimer la lame d'eau écoulée.
  
- **Le troisième chapitre** traite l'étude hydrogéologique par la détermination des différents horizons aquifères et les nappes existantes dans la région d'étude en se basant surtout sur les données fournies par les logs des forages et la carte hydrogéologique de la zone d'étude.
  
- **Le quatrième chapitre** traitera à la caractérisation hydrochimique des eaux souterraines. Il mettra en exergue l'évolution et la répartition des éléments chimiques et la variation des faciès hydrochimiques en utilisant les diagrammes de Piper ainsi de réaliser le diagramme de Wilcox et Richards, ce dernier nous permet de vérifier l'aptitude des eaux souterraines de la région à l'irrigation.
  
- Et finalement une conclusion générale et quelques recommandations.

## *Chapitre I*

### *Cadre physique et géologique*

---

*Contribution à l'étude hydrogéologique et hydrochimique des ressources en eau souterraine du Chott Chergui : Cas de la région de Sidi Abderahmane-Chehaima (La partie Sud-Ouest de la wilaya de Tiaret)*

## **Introduction**

Ce chapitre est consacré dans sa première partie à tous ce qui est physique et géologique de la partie sud-ouest de la wilaya de Tiaret ; tel que la situation géographique du Chott Chergui et la commune de Sidi Abderahmane et la commune de Chehaima. Ainsi que les caractéristiques pédologiques et orographiques.

Dans la deuxième partie on va essayer de déterminer les différents formations et unités géologiques de la région dans un contexte tectonique régionale.

### **1. Situation géographique et administrative du Chott Chergui**

Le bassin versant du Chott Chergui, situé dans la partie occidentale des hauts plateaux algériens (**Fig.01**), est une zone semi-aride séparée du Sahara par les reliefs de l'Atlas Saharien. Il est Limité:

- Au Nord, par des Monts de Daïa, de Saida et de Frenda qui constituent la partie septentrionale des Hauts Plateaux Oranais.
- Au sud, par la bordure de l'Atlas Saharien (Monts des Ksour et Djebel Amour).
- A l'est, par une partie de Tiaret-Aflou.
- A l'ouest, par le Chott El-Gharbi.

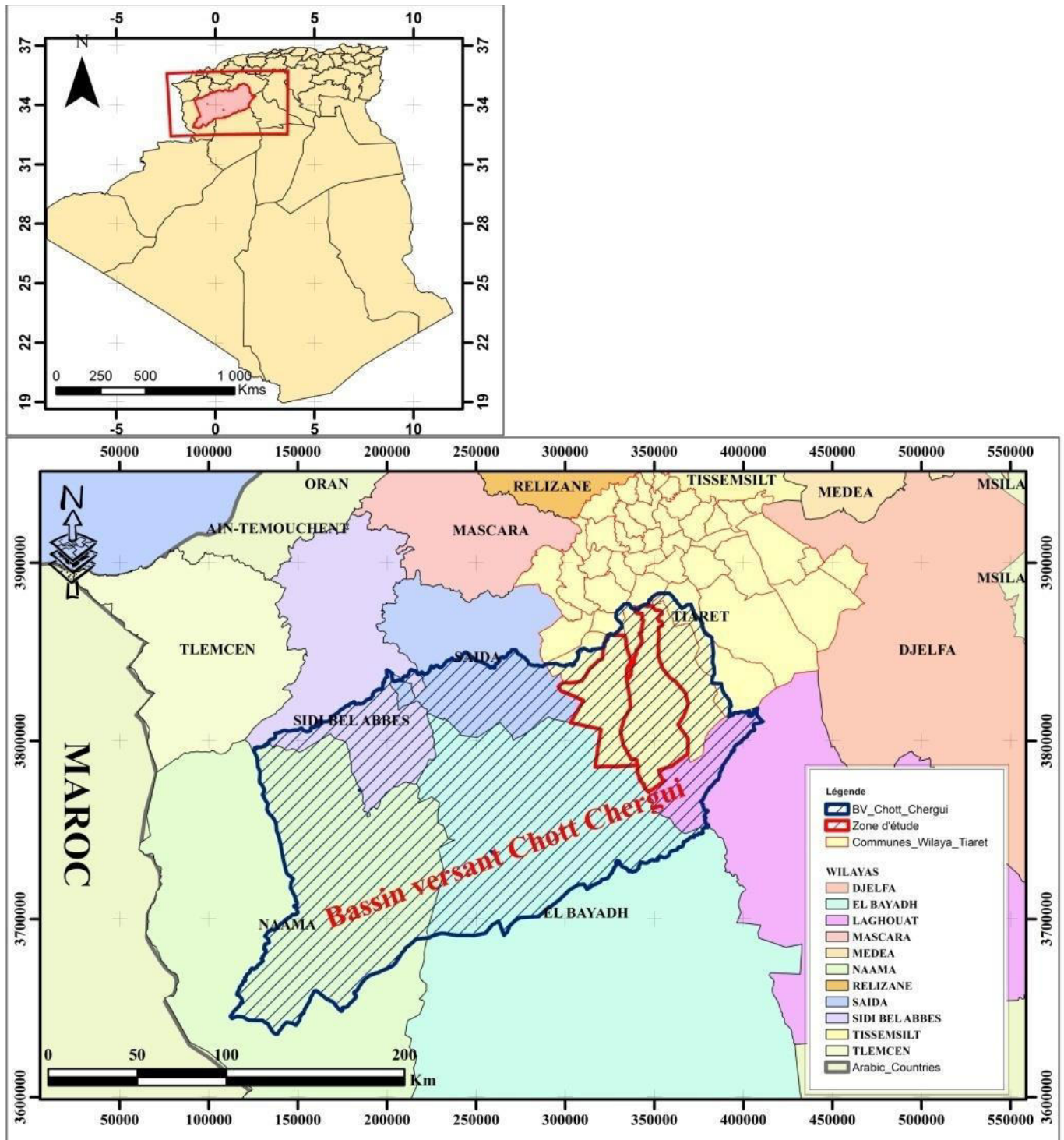
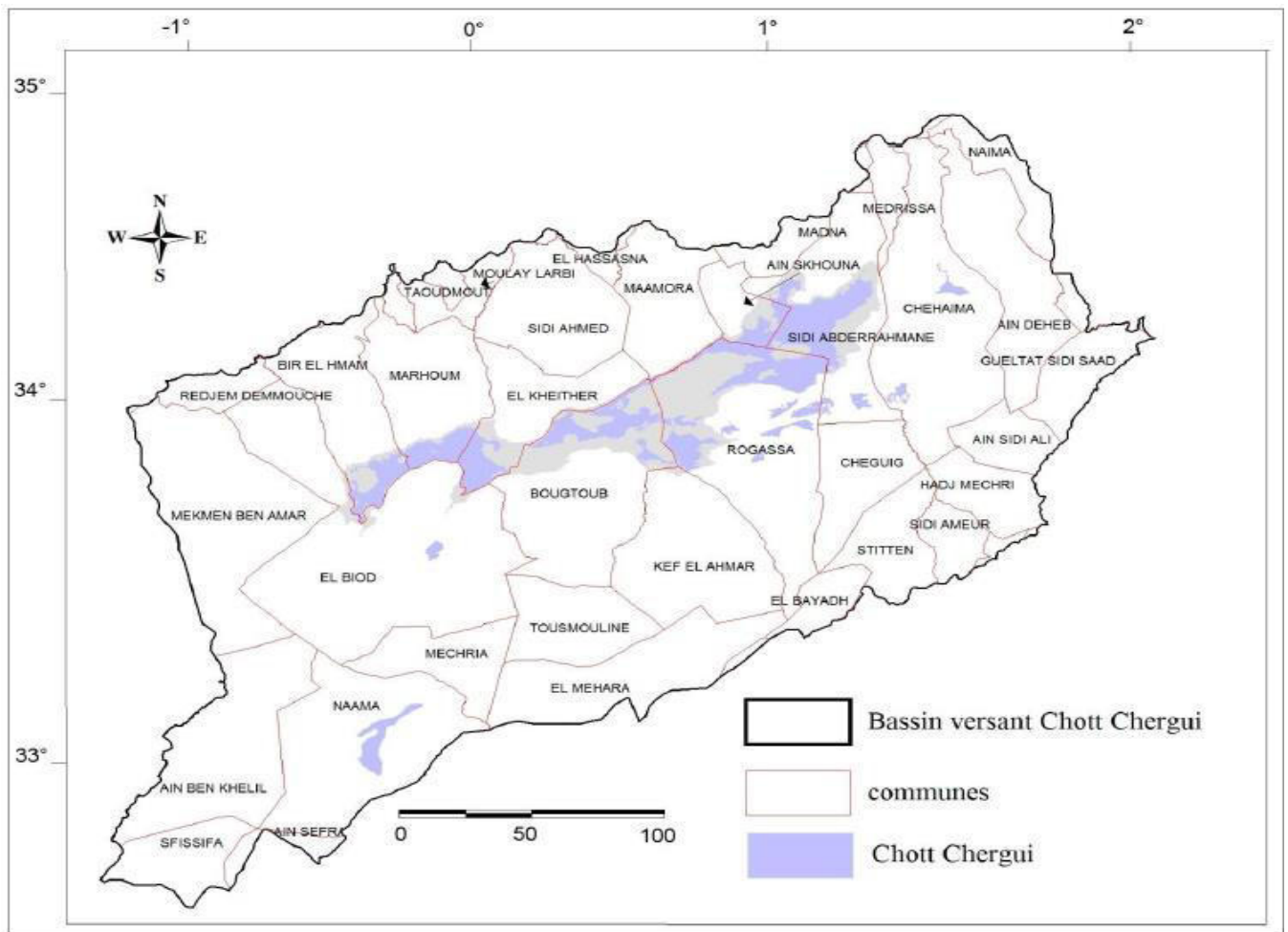


Figure N°01: Situation géographique du bassin versant du Chott Chergui.

Sur le plan administratif (voir Fig. 02), Le bassin versant du Chott Chergui regroupe partiellement six(06) Wilaya : Laghouat, Tiaret, Saida, Sidi Bel Abbès, El- Bayadh et Naama. Les agglomérations intégrées dans le périmètre de la région du Chott Chergui pour chaque Wilaya sont :

- **Laghouat** : Gueltat Sidi Saad, Oued touil, Ain Sidi Ali et Hadj Mechri.
- **Tiaret** : Ain D'heb, Chehaima, Medrissa et Sidi Abderahmane.
- **Saida**: Moulaye Larbi, Oued Fallette, Maamoura. Khalfallah, Mourgad, Bourached, Ain Skhouna et Dait Zraguet.
- **Sidi Bel Abbes**: Marhoum, Bir El Hamam, Taoudmout, et Redjem Demouche.
- **El Bayadh**: Rougassa, Bogtoub, Stiten, El Kheiter, Sidi Khelifa, Kaf Lehmar, Cheguig, et Tasmouline.
- **Naâma**: Mécheria, Naama, Ain Ben Khelil, Mekmen Ben Amar, et El Biod. (in Yahiaoui S., 2015)



**Figure N°02:** Les communes intégrées dans le bassin versant du Chott Chergui.  
(inYahiaoui S., 2015)

## 2. Réseau hydrographique du bassin versant de Chott Chergui

Le réseau hydrographique est très peu développé dans le bassin du Chott Chergui. Les importants oueds sont localisés au Nord et prennent naissance dans les hauteurs de l'Atlas Tellien. Les oueds moins importants sont situés au Sud, ils sont temporaires, et prennent naissance au niveau de l'Atlas Saharien au sud.

Au milieu de la région du Chott Chergui se trouvent le Chott, grande dépression à efflorescence saline où se rendent les eaux de la région. Les cours d'eau suivent une ligne de pente insensible à l'œil au milieu de la steppe, Ces quelques cours d'eau sont oued Gueteifa, oued El- May, Oued El-Ogla, l'oued Fallit, l'oued Mekhareg, l'oued Sannerha, et oued El- Kouifet, l'oued Sidi El-Naceur, l'oued El-Mahder et l'oued Hanacha , oued Kef Lahmar, venus du versant nord de la chaîne du Sahara. Mais ces divers cours d'eau sont souvent à sec, et le lac n'est alimenté que par les rares eaux pluviales. (in Yahiaoui S., 2015)

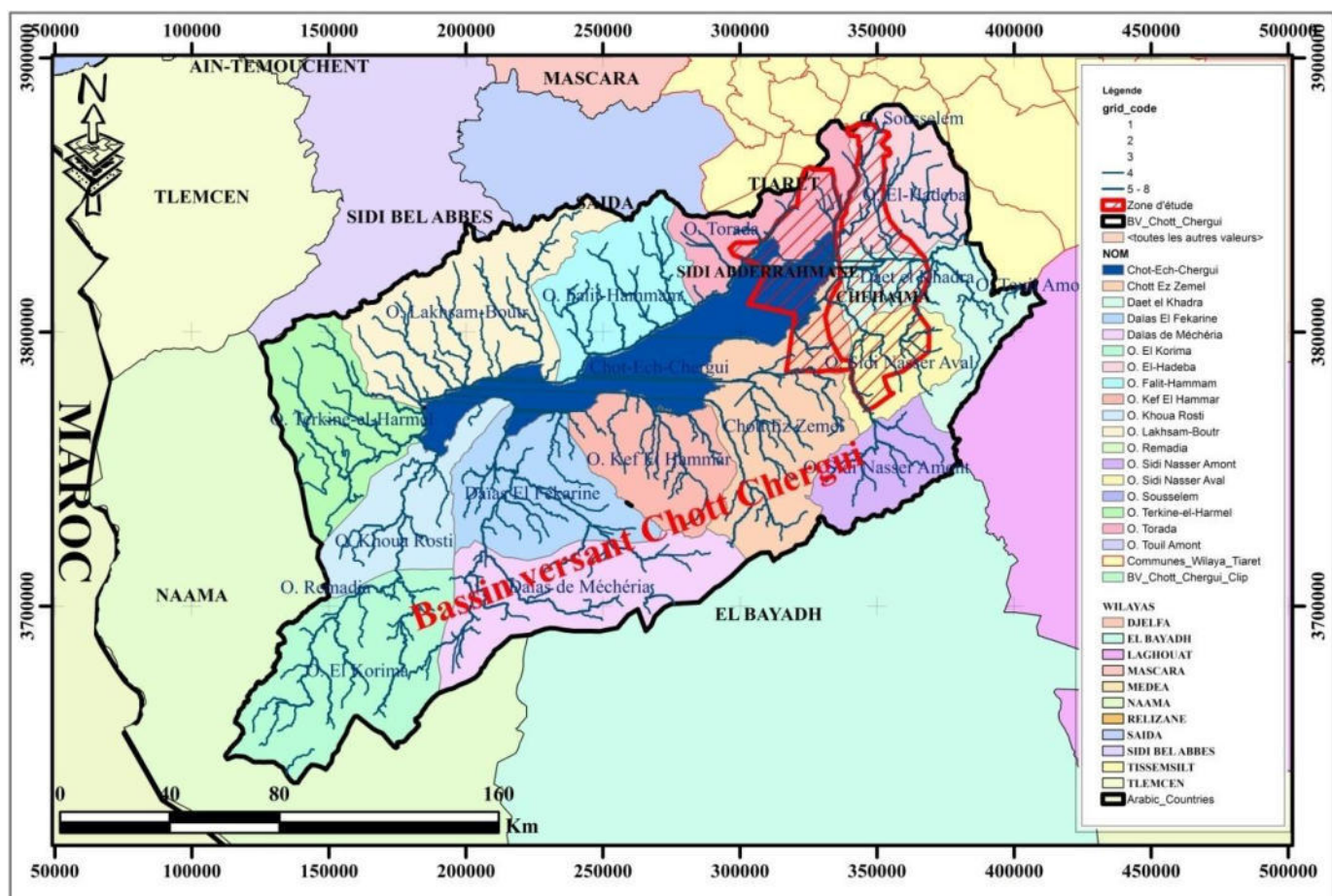


Figure N°03: Carte du réseau hydrographique du sous bassin de bassin versant du Chott Chergui.



### 3. Situation géographique des communes de Sidi Abderahmane et Chehaima :

La Commune de Chehaima est située à l'extrême sud de la wilaya de Tiaret, à 73 km du Chef lieu de Tiaret et à 24 km de la Daïra d'Ain D'heb; la superficie est de 2201 ,64 km<sup>2</sup> Elle est limitée :

- Au nord par Tousnina
- Au sud par Laghouat (Geultat Sidi Saad).
- À l'est par Medrissa et Sidi Abderahmane.
- A l'ouest par la commune d'Ain D'heb.

La commune de Sidi Abderahmane se situe au sud-ouest de la wilaya de Tiaret et dépend administrativement de la Daira d'Ain Kermès. Elle est limitée :

- Au nord par la commune d'Ain Kermès.
- Au sud par la commune de Rogassa et Cheguig de la wilaya d'El Bayadh.
- A l'est par la commune de Medrissa et Chehaima.
- A l'ouest par la commune de Madna et Saida.

La superficie totale des deux communes est de 1577,24 km<sup>2</sup>. (**DREW Tiaret, 2020**). Suivant les coordonnées géographiques suivantes: (**Voir Fig. N°4**)

- ✓ **Haut**; 35,016103 dd
- ✓ **Bas**; 34,07331900 dd
- ✓ **Gauche**; 00,778145 dd
- ✓ **Droite**; 1,575782 dd

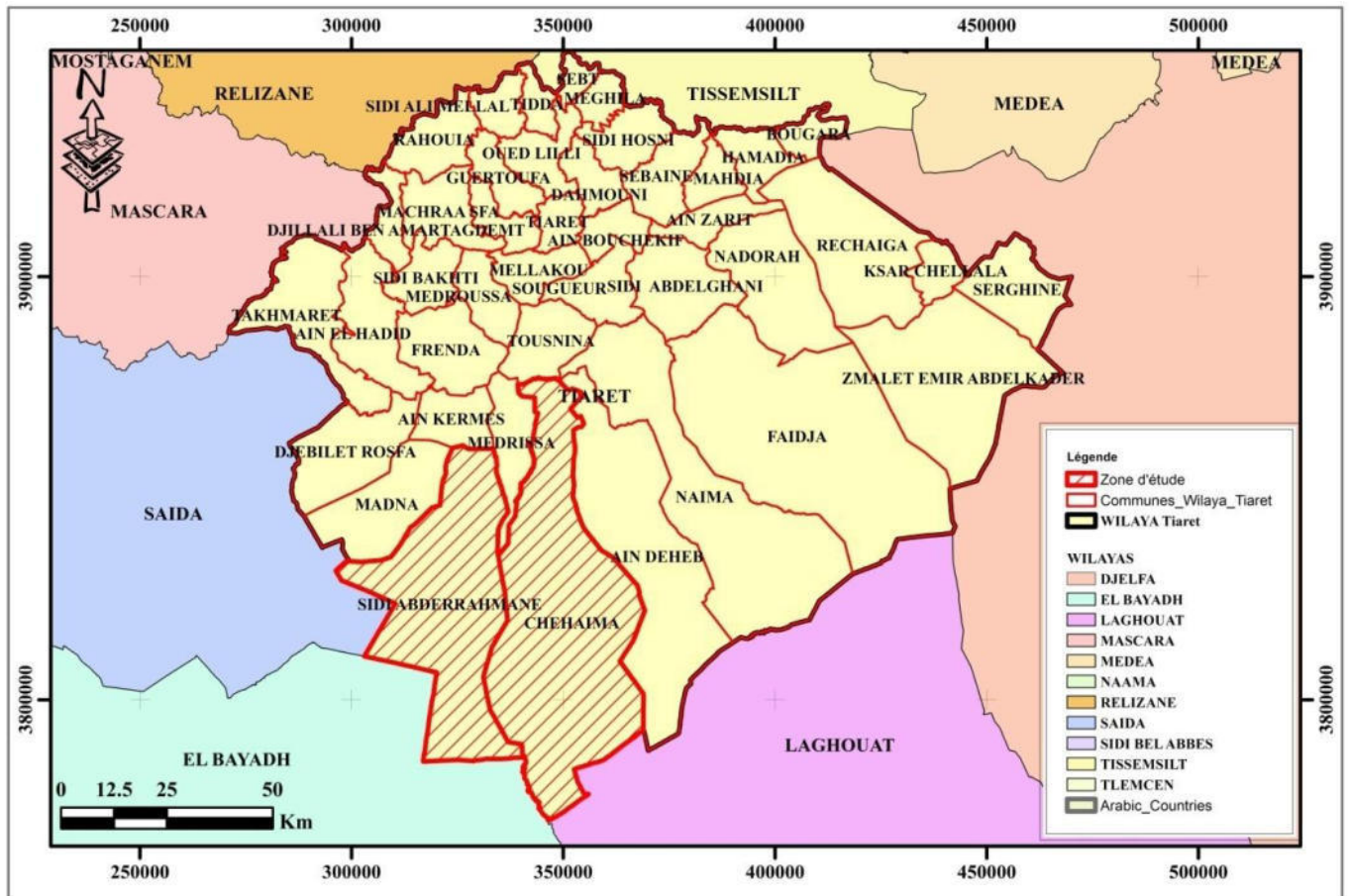


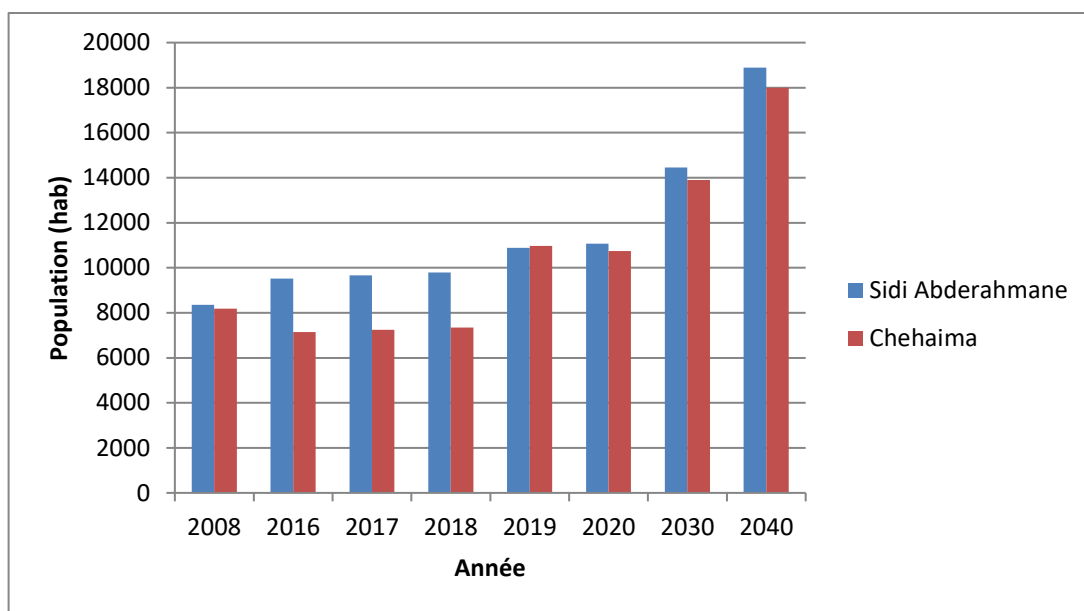
Figure N°04 : Situation géographique de la zone d'étude (Communes de Sidi Abderahmane et Chehaima)

### 3.1 Evolution de la population :

Les deux communes ont connu une croissance démographique importante par rapport aux années précédentes, elles atteignent actuellement plus de 21809 habitants (DPSP, 2020) (Année 2020 statistique) selon le tableau suivant :

Tableau N°01: Evolution temporelle de la population des 02 communes (Sidi Abderahmane et Chehaima) (DPSB, 2020).

Commune	Année	2008	2016	2017	2018	2019	2020	Horizon 2030	Horizon 2040
	Sidi Abderahmane		8349	9526	9660	9795	10879	11064	14456
Chehaima		8177	7146	7246	7347	10975	10745	13903	17989



**Figure N° 05:** Évolution temporelle de la population des communes de Sidi Abderahmane et Chehaima (2008- horizon 2040).

D’après le tableau N°01 et l’histogramme nous montre que l’évolution de la population des 02 communes : Sidi Abderahmane, Chehaima connaissent une croissance démographique marquée allant de (2,71 à 2,61 %), et aussi nous observons la croissance démographique de deux communes Sidi Abderahmane, Chehaima remarquable au cours des dernières années, La population totale de la commune de Sidi Abderahmane est estimée à la fin de l’année 2020 à 11064 hab, et la commune de Chehaima connaissait une fluctuation de la population entre les années 2008 à 2020 en raison de la sécheresse et de la population nomade caractérisant la région.

### 3.2 La densité de population

La densité de population est deux communes Sidi Abderahmane et Chehaima est indiquée dans le tableau ci- dessous.

**Tableau N°02:** Densité de population des communes : Sidi Abderahmane et Chehaima. (DPSP, 2020).

Communes	Population 2020 (hab)	Superficie en (Km <sup>2</sup> )	Densité (Hab/Km <sup>2</sup> )
Chehaima	10 745	2201,64	5
S.Abderahmane	11 064	1 577,24	7

D'après le tableau N° 2, on constate que la densité de population qui caractérise les deux communes Sidi Abderahmane, Chehaima est faible (5 à 7) Hab /Km<sup>2</sup> par rapport à ses grandes superficies et ceci est dû à des facteurs climatiques défavorables et de manque de développement la région.

#### 4. Etude socio- économique :

##### 4.1 Agriculture :

Les systèmes de cultures agricoles restent entièrement dépendants de la pluviométrie : généralement les terrains agricoles sont irrigués par les barrages, les retenues collinaires, les forages ou les puits.

Le tableau suivant résume les superficies de terres agricoles par type des spéculations dans la zone d'étude

**Tableau N°03: Répartition de la superficie agricole utile des communes de Sidi Abderahmane et Chehaima (DSA. Tiaret, 2020)**

Commune	Spéculation	Superficie (ha)	Production (qx)
Sidi Abderahmane	Maraichage	500	284235
	Culture fruitières	449	10847
	pomme de terre	265	91950
Chehaima	Maraichage	335	155 567
	Culture fruitières	209	1667
	pomme de terre	309	113710

D'après le tableau N°03 qui représente la répartition des surfaces agricoles utile, on remarque que la superficie agricole utile des deux communes que le Maraichage occupent la plus grande superficie de 835 ha qui produit environ 439802 Qx, tandis que Culture fruitières occupent 658 ha qui produit 12514 Qx et dernièrement la culture de pomme de terre avec une superficie de l'ordre de 574 ha qui produit 205660 Qx.

#### 5. Caractéristiques pédologiques et orographiques de la zone d'étude

##### 5.1 Relief et morphologie

Le relief général de la partie Sud-Ouest de la wilaya de Tiaret se présente comme des hautes plaines steppiques, les fortes pentes occupent au niveau des versants est et sud de la région de

Abderahmane-Chehaima estimées à 18°, soit environ 12% d la superficie totale, alors que la pente faible occupe la majorité de la zone d'étude avec une valeur qui varie entre 0° à 6°, cette dernière favorisant l'infiltration des eaux pluviales pour recharger les nappes d'eau souterraines de la zone d'étude (Voir la carte de la figure N° 06)

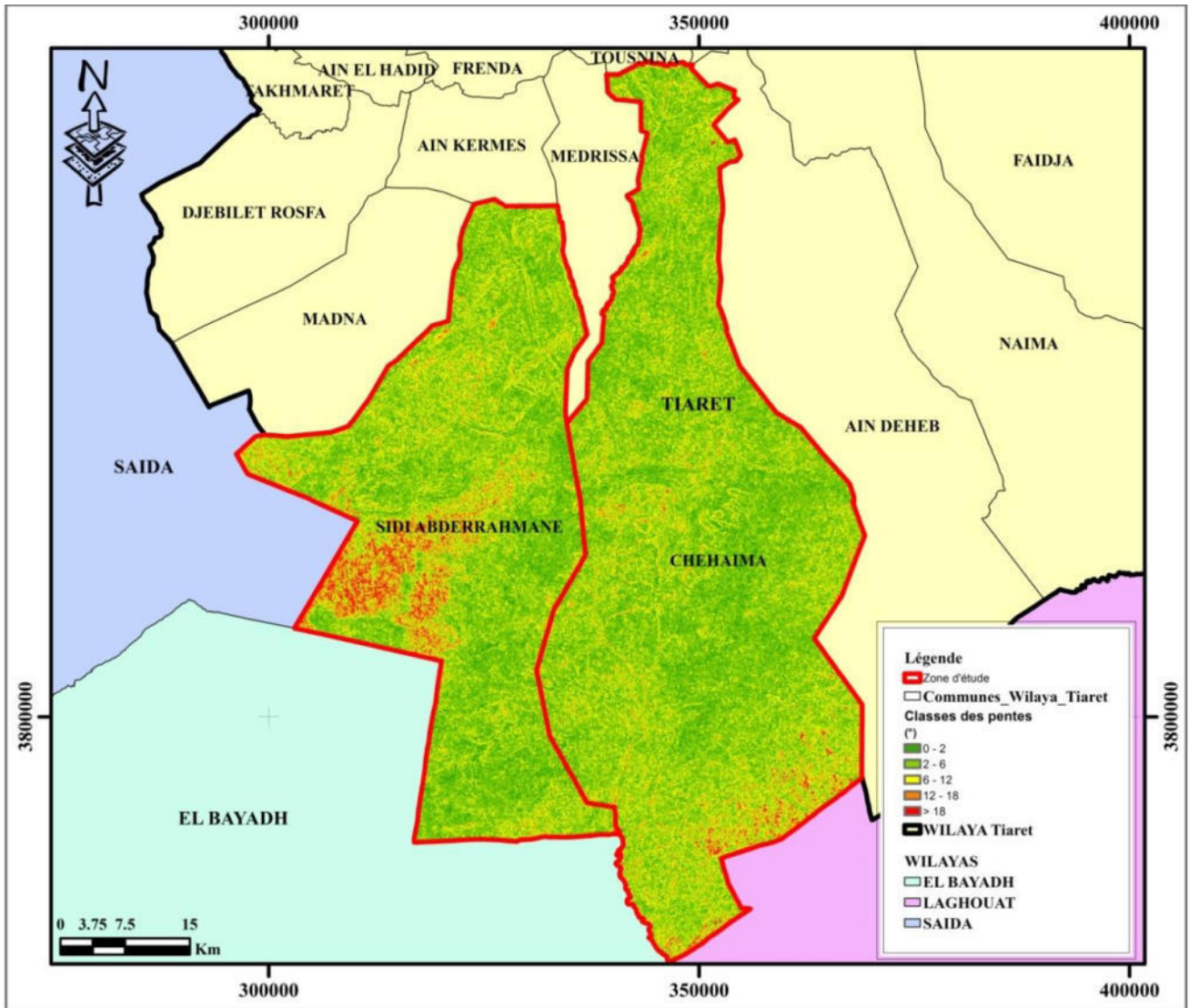


Figure N°06: Carte des pentes (°) de la zone d'étude.

### 5.2 Altitude :

La Figure N°07 ci-après représente la répartition des classes altimétriques de la zone d'étude.

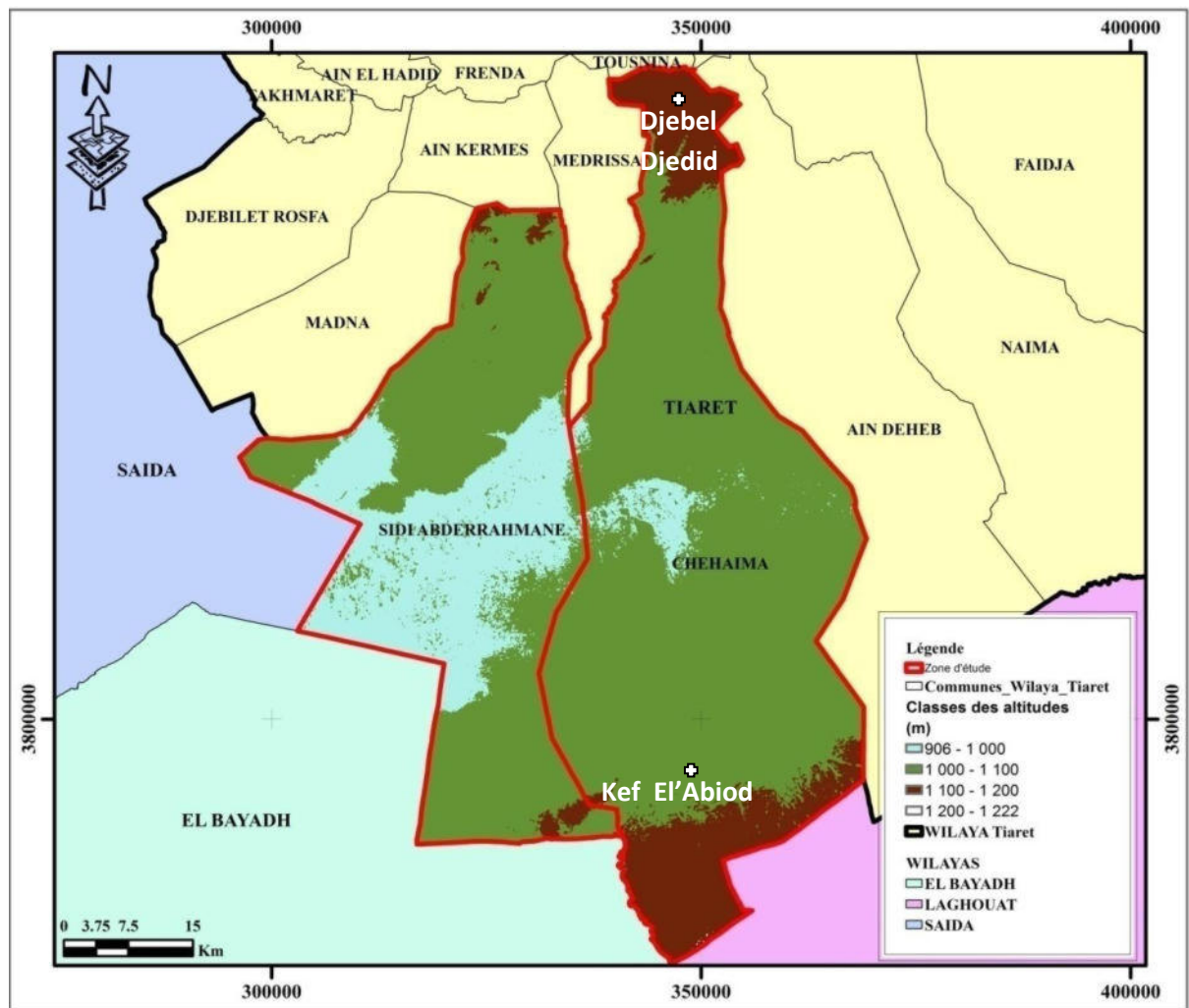


Figure N°08: Carte altimétrique de la zone d'étude.

La Classe d'altitude de 1200 jusqu'à 1222 m est très peu étendue, représenté dans le sud de Chehaima, soit environ 1% de la superficie totale de la zone d'étude.

Les zones d'altitude comprises entre 1100 -1200 m ; et comprend le nord et le sud de la région, soit environ 10% de la superficie totale de la zone d'étude. Elles correspondent au sommet de Djebel Djedid au Nord

Les secteurs d'altitudes comprise entre 1000-1100 m couvrent presque la totalité de la zone d'étude avec, soit environ 70% de la superficie totale de la zone d'étude.

Enfin les zones d'altitudes comprises 906 -1000 m, représentant plus de 19% de la superficie totale, elles correspondent au centre de la zone d'étude qui appartient au bassin de Chott Chergui. (Fig.09)

### 5.3 Pédologie

La prospection pédologique de terrain de la zone d'étude conjuguée aux analyses de laboratoire a établies par (B.N.E.DE.R., 2019) permis de distinguer les types de sols suivants :

✓ **Rendzines et sols Isohumiques à pédoclimat frais, Siérozem modal**

Les Rendzines et les sols Isohumiques Siérozems modaux dont les caractéristiques physico-chimiques se présentent comme suit :

- Les Rendzines : Ce sont des sols humifères calcaires, leur profondeur ne dépasse pas 20 cm. Ils ne peuvent convenir que pour les cultures ayant un système racinaire pas très profond telles que les céréales et les cultures fourragères.
- Les sols Isohumiques, Siérozems, dont la profondeur dépasse 50 cm, peu fertiles, avec des taux de calcaire actif qui s'accumulent en profondeur, car les horizons de surface sont peu décarbonatés, un pH alcalin et ils ne sont pas salé. Mais vue les caractéristiques édaphique et climatiques de la région il est préférable d'orienter la convenance de ces sols vers les cultures fourragères et céréalières (surtout orge et blé dur).

✓ **sols salsodiques (Halomorphes)**

Les sols salés ou sols halomorphes sont caractérisés par une teneur élevée en sels solubles dans l'ensemble ou dans une partie du profil ou par la dégradation de la structure de

**Tableau N°04:** Indicateurs de salinité du sol. (B.N.E.DE.R., 2019)

Classe de Salure	Non salé	Peu salé	Salé	Très salé
<b>Rapport 1/5 mmhos / cm</b>	< 0,6	0,6 - 1,4	1,4 - 2,4	>2,4

Du point de vue pédologique, ces sols présentent des qualités intrinsèques favorables (profondeur, et texture) mais aussi une contrainte majeure liée à la salinité qui rend difficilement envisageable le projet de mise en valeur agricole. Certain auteurs considèrent que les sols sont très salés lorsque la CE dépasse 4 mmhos/cm car au-dessus cette valeur ne se développe qu'une gamme extrêmement limitée de végétaux tolérants aux sels.

Lorsque la présence de sels solubles en forte quantité peut engendrer une diminution de l'absorption d'eau par la plante, un ralentissement de l'activité microbienne d'où une diminution de la nitrification (disponibilité d'azote), production de CO<sub>2</sub>, le pH élevé (> 7.5) entraîne la mobilisation de

certaines éléments nutritifs indispensables aux cultures à savoir l'azote, et également plusieurs oligoéléments notamment le cuivre, zinc et fer.

✓ **sols salsodiques et sols peu évolués d'apport éolien**

- Les sols sont tous profond à texture sableuse, de très faible fertilité, à pH alcalin, faiblement calcaire.

Les sols inventoriés sont de deux types : les sols peu évolués d'apport éolien et les sols salsodiques.

1. **Les sols peu évolué d'apport éolien** sont caractérisés par une bonne profondeur, une texture grossière avec une faible rétention en eau et une fertilité très faible.

2. **Les sols salsodiques** sont caractérisés par une salinité très élevée et eu égard à leur proximité du chott ces sols ne peuvent convenir à aucune production agricole. Il serait donc recommandé de les conserver comme zone de parcours (B.N.E.D.E.R., 2019)

## 6. Contexte géologique générale :

### 6.1 Description lithologique du chott chergui:

#### 6.1.1 Description lithostratigraphique :

La carte géologique de l'Algérie montre que le Bassin versant hydrographique du Chott Chergui est formé du bas en haut (fig.11).

##### 6.1.1.1 Le socle hercynien:

Le sondage F34 situé La bordure Sud- Ouest de la zone de Skhouna a rencontré le socle granitique hercynien à une profondeur de 810 m.

Il est formé par 250m de chlorure de sodium souvent bien cristallisé, intercalé d'argiles sableuses brique foncé, coupées par 25 m de basalte et Surmontée par 50 m de gypse et anhydrite massive ou en filonnets dans les argiles grises.

**6.1.1.2 la couverture:** la couverture est formée généralement par des terrains secondaires, tertiaires et quaternaires :

##### - Le Trias :

Une série saline constituée d'argiles et grés argileux bariolés alternants avec des niveaux de gypse et de chlorure de sodium souvent bien cristallisé surmonte le socle.

On remarque vers la base de cette série un niveau de basalte à nodules de chlorures de sodium qui a été recoupé également par d'autres sondages. Ces formations correspondent au Trias et à une partie du Lias à faciès lagunaire ou continental.



**- Le Lias :**

Le Lias marin, dans la région de Skhouna a été rencontré au sondage F27 (zone de Guenatis Cheraga) où il est présenté par une puissante formation (130m) de dolomie cristalline, qui surmonte un niveau d'anhydrite à intercalations argilo sableuses (Infra lias et trias), à la base de basalte recoupé au forage F34.

Au-dessus des dolomies on observe une alternance d'argile grise ou violette, de dolomie et calcaire dolomitique (Charmouthien, Toarcien). On a trouvé ce niveau, mais essentiellement constitué de calcaires et de calcaire marneux au forage F33 (bordure est du chott).

**-L'Aaleno-Bathonien :**

La série Aaléno -bathonienne est rencontrée dans la majorité des sondages de la région d'Ain Skhouna. Elle comprend, à la base 100 à 130 m de dolomies cristallines le plus souvent par surmontées par des alternances d'argiles, de calcaire et de dolomie sur 160 a 180m.

**- Le Callovo-Oxfordien :**

Le Callovo – Oxfordien, essentiellement constitué de grès et d'argile n'est représenté dans la région de Skhouna que dans les forages F-35.

Dans les monts de Saida, cette formation est formée par une puissante série 250 à 300 m d'argile grise, verte, jaunâtre et parfois rougeâtre. Cette série surmonte l'Aaléno-Bathonien sur le flanc sud des monts de Saida. Les forages F17 et F33 ont traversé plus de 700 m d'argile souvent schisteuse.

**- Le Kimméridgien :**

C'est une formation de carbonate et d'argile appelée les dolomies de sidi Boubkeur. Au Nord de Saida cette formation est constituée de dolomies massives (120 à 150 m). Au niveau de l'axe des monts de Saida elle est érodée.

Dans l'axe du Chott Chergui, le forage F27 a traversé 130 m d'argile rouge, avec des passées dolomitiques, datée du Kimméridgien (**Claire. A., 1956**).

Au Sud, dans l'atlas Saharien, cette formation est représentée par un niveau de calcaire bleu foncé à faciès récifal parfois dolomitique.

**- Le Tithonien :**

Cette série est subdivisée en deux parties :

**➤ La partie inférieure :**

A l'est du Chott Chergui (F 27) elle est constituée de calcaires blancs d'une épaisseur de 250m et parfois dolomitique au sommet, elle est parfois bleutée marneuse avec des niveaux argileux lumacheliques à la base, cette partie a été attribuée au Tithonien (**Augier. C., 1967**).

➤ **La partie supérieure :**

Elle se caractérise par une alternance de bancs de calcaires, argilo gréseuses et Calcaro-marneuses. Les assises inférieures argilo marneuses sont attribuées au Bériasien-Valanginien tandis que les assises supérieures argilo gréseuses sont attribuées à l'Hauteriviens

**(C. Augier, 1967).**

**- Le Crétacé continental « Barremo-Apto-Albien » :**

Il est largement représenté sur la bordure de l'atlas saharien par des grès continentaux roux parfois argileux (grès à dragées). Il peut atteindre 2000 m au sud de l'atlas saharien à Brezina, il se termine en biseau à la bordure sud du Bassin du Chott Chergui entre l'Hauterivien et les argiles Cénomaniennes.

**- Le Cénomaniens et le Turonien :**

Au sud du Chott Chergui, dans l'atlas saharien, le cénomaniens est représenté par des argiles et des marnes surmontées par un niveau de turonien Calcaro-dolomitique blanc d'une épaisseur de 150 m.

Profondeur	Coupe	Faciès	Age
0		Marno-calcaire et argile brique claire. Argile brique. Galets calcaires, rayons siliceux colmatés à leur partie supérieure.	Quaternaire Tertiaire continental
100		Calcaire blanc à pâte fine parfois crayeux détritique ou pseudo-oolithique altéré à sa partie supérieure. Niveau de brèche calcaire à ciment argileux	Sénonien
200		Marne grise ou lit de vin, calcaire argileux souvent rubifiés. Argile grise verts, calcaire argileux à gypse en filonnets, en tâche ou massif Dolomie, calcaire dolomitique gris rosé.	Bathonien
		Calcaire gris parfois argileux ou détritique à joints stylolithique, niveau argileux. Dolomies cristallines grises ou rosés fracturées.	Bajocien Aalénien
500		Gypse massif souvent argileux à intercalation de grès argileux ou d'argile marneuse détritique de 537 à 550 m. Chlorure de sodium souvent bien cristallisé, argile détritique ou grès argileux rouge vif. Sulfo-carbonate gris Chlorure de sodium massif, gypse. Basalte à nodules de Cl Na Gypse massif finement lité. Chlorure de sodium gris massif.	Jurassique Inférieur et Trias indifférenciés
800		Argile brique foncée. Granite.	SoCle

Figure N°010 : Colonne lithologique du sondage de forage 34 (Augier C., 1967).

**- Le Sénonien :**

Il affleure au Nord Est d'Ain Skhouna ou il est formé par des calcaires blancs oolithiques ou crayeux. Il est transgressif et discordant sur le jurassique moyen (Bathonien).

Dans la région d'Ain Skhouna, la majorité les forages ont recoupé les calcaires sénoniens grés claire, à pâte fine, à passées oolithiques, très altérés à la partie supérieure.

A la base ces calcaires deviennent bréchiques. Leur épaisseur est en moyenne de 100m.

Trois lambeaux ont été reconnus :

- Au Nord Est, dans le prolongement des affleurements du Redjem El Halfa et jusqu'à Ain Skhouna. C'est le seul lambeau qui affleure.
- Au Nord, sur une bande étroite située sur l'axe des Guenatis.
- Plus au Sud, la lentille la plus importante, centrée sur l'île d'Ain Skhouna. Elle surmonte directement les formations de l'Aaléno-Batlnomien

#### **- Le Tertiaire continental:**

Il recouvre en discordance les différentes formations sous -jacentes et comble la dépression du chott en lui donnant une surface sub-tabulaire. Il peut atteindre 350m d'épaisseur et plus

Le Tertiaire est constitué d'argiles sableuses ou gypseuses où s'intercalent des niveaux de calcaires lacustres et des niveaux à graviers ou galets plus au moins lenticulaires.

La base de ce remplissage est souvent formée par un niveau grossier à éléments peu roulés, plus ou moins colmatés par l'argile.

Il est d'autant plus développé qu'il repose directement sur un substratum calcaire ou dolomitique (calcaire « sénonien » ou dolomies de l'Aaléno-Bathonien).

Ainsi atteint-il 30 à 40 m d'épaisseur au dessus du « Sénonien » de Skhouna.

En bordure du bassin ce niveau grossier se rattache aux éboulis de pente.

Dans la partie supérieure du remplissage on peut observer une carapace calcaire constituée de calcaires lacustres, de calcaires et marno-calcaires noduleux et de calcaires zonés. Elle peut atteindre 10 à 20m d'épaisseur en bordure du chott et forme souvent de petites falaises.

#### **- Le Quaternaire:**

Il forme des terrasses en bordure du chott. On le trouve également sous forme de limons plus ou moins sableux recouvrant la carapace calcaire ainsi que dans les vallées et les dayas.

**Claire. A., 1956** signale également des dunes siliceuses ou gypseuses que l'on rencontre fréquemment sur les terrasses quaternaires.

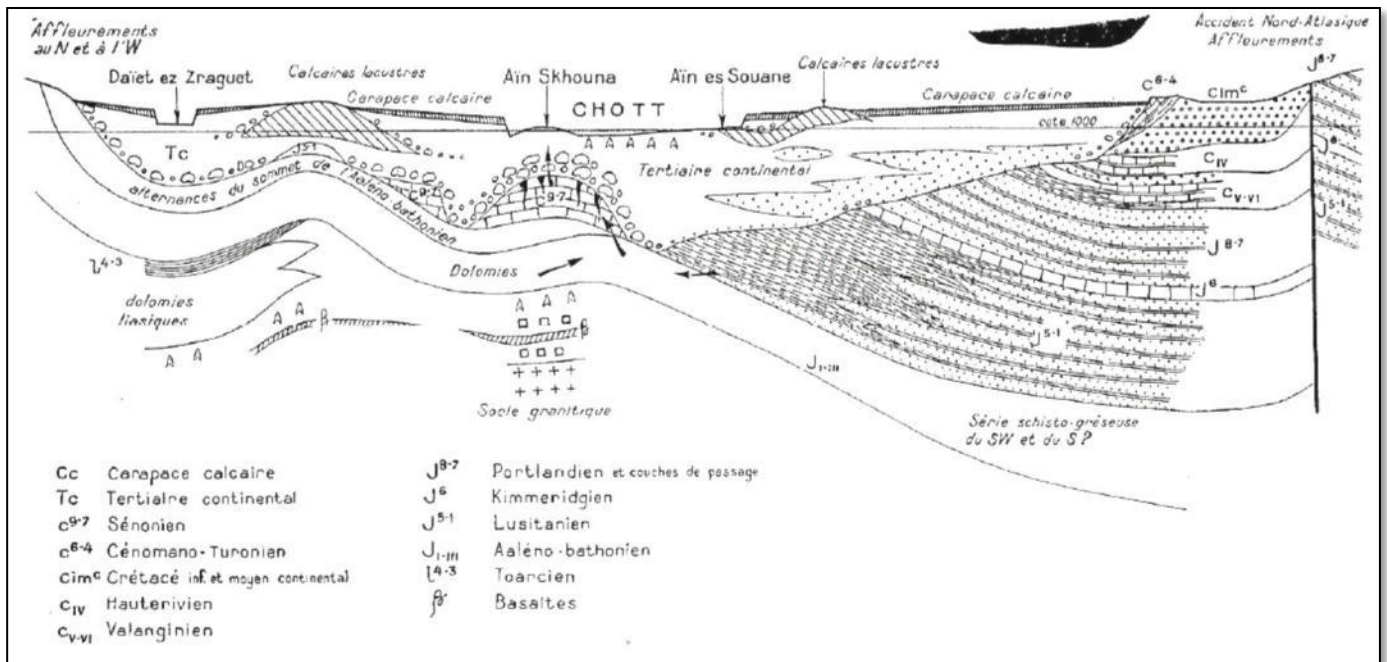


Figure N°011: Coupe géologique du bassin de Chott Chergui (Claire. A., 1956).

### 7- Tectonique :

Le bassin du Chott Chergui est formé par un synclinorium dissymétrique, Oriente OSO – ENE. Son axe se situe très au sud, en bordure des affleurements de l’Atlas Saharien. Il est sensiblement horizontal dans la partie centrale de la dépression et se relève légèrement à ses extrémités orientales et occidentales. Au nord du Chott, le flanc septentrional du synclinal est marqué par de nombreuses failles de direction identique à celle de la dépression du Chott. Sous les affleurements tertiaires continentaux, subhorizontaux, les formations jurassiques et crétacées sont également plissées en de petites rides anticlinales, de direction NE-SO. Elles sont souvent recouvertes par des lambeaux transgressifs de calcaires sénoniens.

Du nord-ouest au sud-est, ces rides définissent en profondeur la succession suivante:

- L’axe anticlinal du Djebel Toual (monts de Saida).
- La dépression de Daiet Ez-Zraguet.
- L’axe anticlinal des Guenatis.
- La fosse de la bordure nord d’Ain Skhouana.
- Le haut fond d’Ain Skhouana.
- Au sud du bassin, les affleurements du Jurassique supérieur et du Crétacé de l’Atlas Saharien sont affectées de larges plis de style Jurassique, oriente OSO-ENE.

- Au sud de la chaîne des Menidjels, la limite entre les Hauts Plateaux et l'Atlas saharien est marquée par le grand accident nord Atlasique. Il s'allonge sur une centaine de kilomètres et présente un rejet supérieur à 1000 m, provoquant un relèvement des couches à sa proximité. Cet accident est relayé au sud-ouest par la faille qui limite au nord l'anticlinal du Djebel Antar. (in Mahammed D. M., 2012).

## 8. Description lithologique de Sidi Abderahman-Chehaima :

### 8.1 Description lithostratigraphique :

Sur le plan géologique, le secteur de Sidi Abderahman-Chehaima présente une structure plus ou moins complexe du bas en haut on distingue : (Fig. 12)

#### 8.1.1 Le socle :

D'après la coupe géologique le socle n'affleure pas dans la zone de Sidi Abderahman-Chehaima

#### 8.1.2 La couverture :

La couverture est représentée par ;

##### -Callovo oxfordien :

Les dépôts du Callovo-oxfordien sont représentés par des terrains détritiques généralement gréseux-argileux ; reposent sur des dépôts de l'Aaleno-Bathonien

##### -Lusitanien :

Le Lusitanien est formé par des dépôts de dolomies, grès et des marnes.

##### -Kimmeridgien :

La sédimentation carbonatée des dolomies, grès et des marnes se poursuit dans le Kimméridgien.

##### -Valangimien :

Grès régulièrement stratifiés, des calcaires blancs à *mytilus morrisii* et des calcaires marneux grisâtre.

##### -Hauterivien :

Cette série est formée de calcaires et des argiles verts à intercalations gypseuses, calcaires jaunes et des argiles.

##### -Albien :

Des grès et des sables continentaux caractérisent cet étage.

##### -Cénomano-Turonien :

Essentiellement marneux, souvent gypseux. Parfois des calcaires marneux et des calcaires cristallins.

**-Crétacé :**

Est représenté par des dépôts calcaires et marno-calcaires jaunâtres transgressif du Sénonien.

**-Les dépôts Quaternaires:**

Le Quaternaires et le tertiaires continentales constituent par des dépôts des alluviaux récente, croute calcaire, argiles sableux à gypse, calcaires lacustres, marnes et de brèches de base.

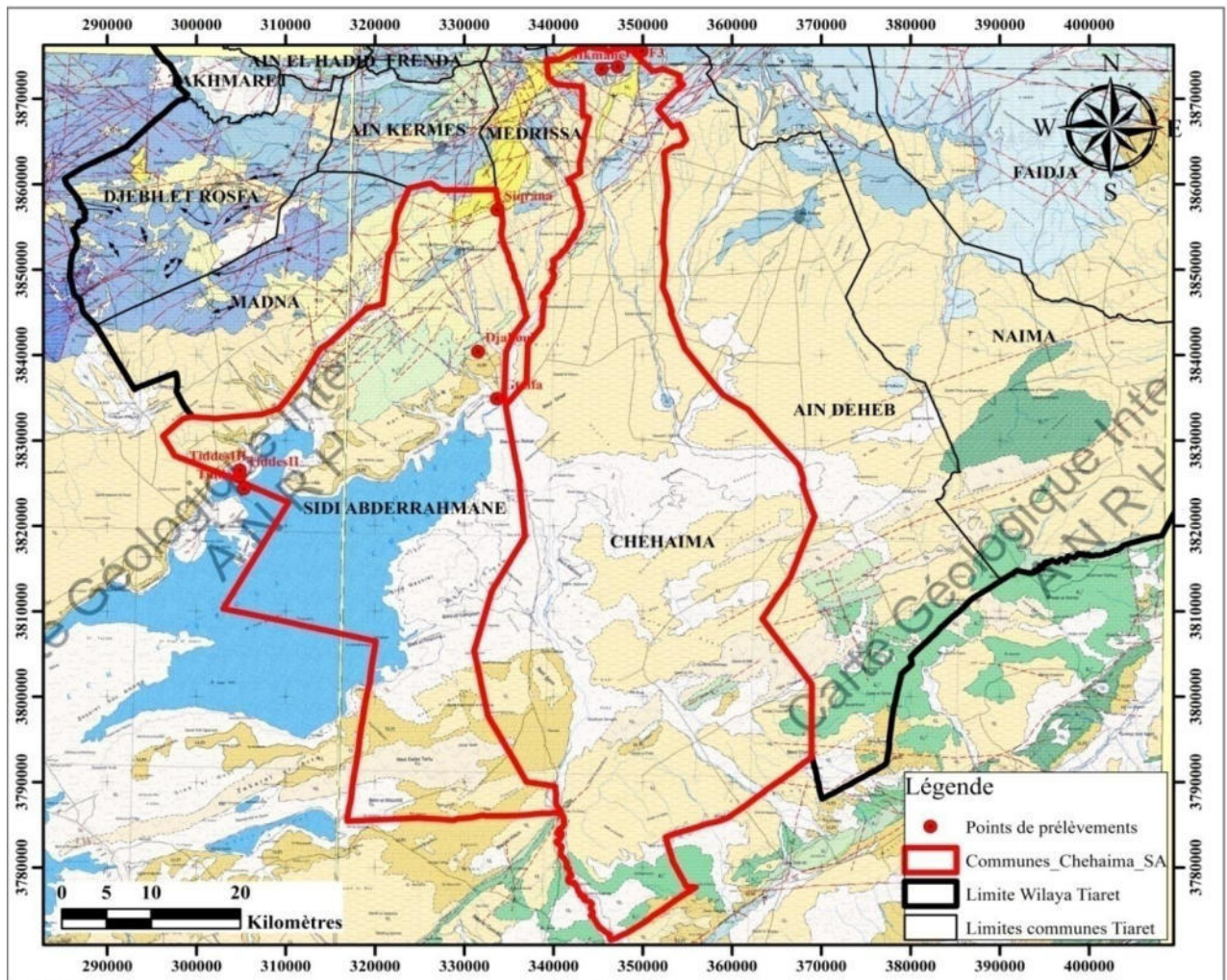


Figure N°12: L'extrait de la carte géologique de la zone étude.



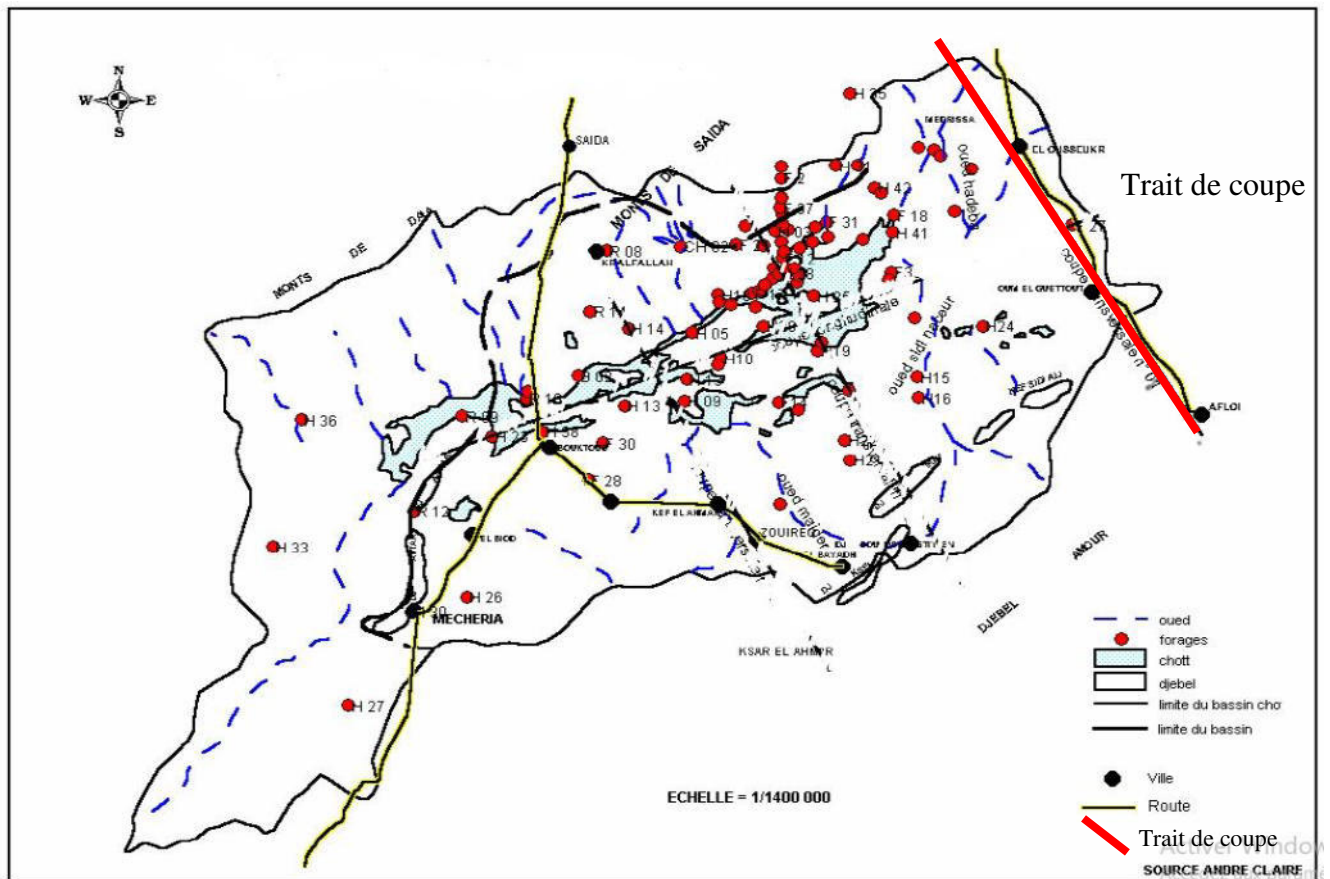


Figure N°13: Localisation la coupe géologique de la zone étude (Claire A., 1956)

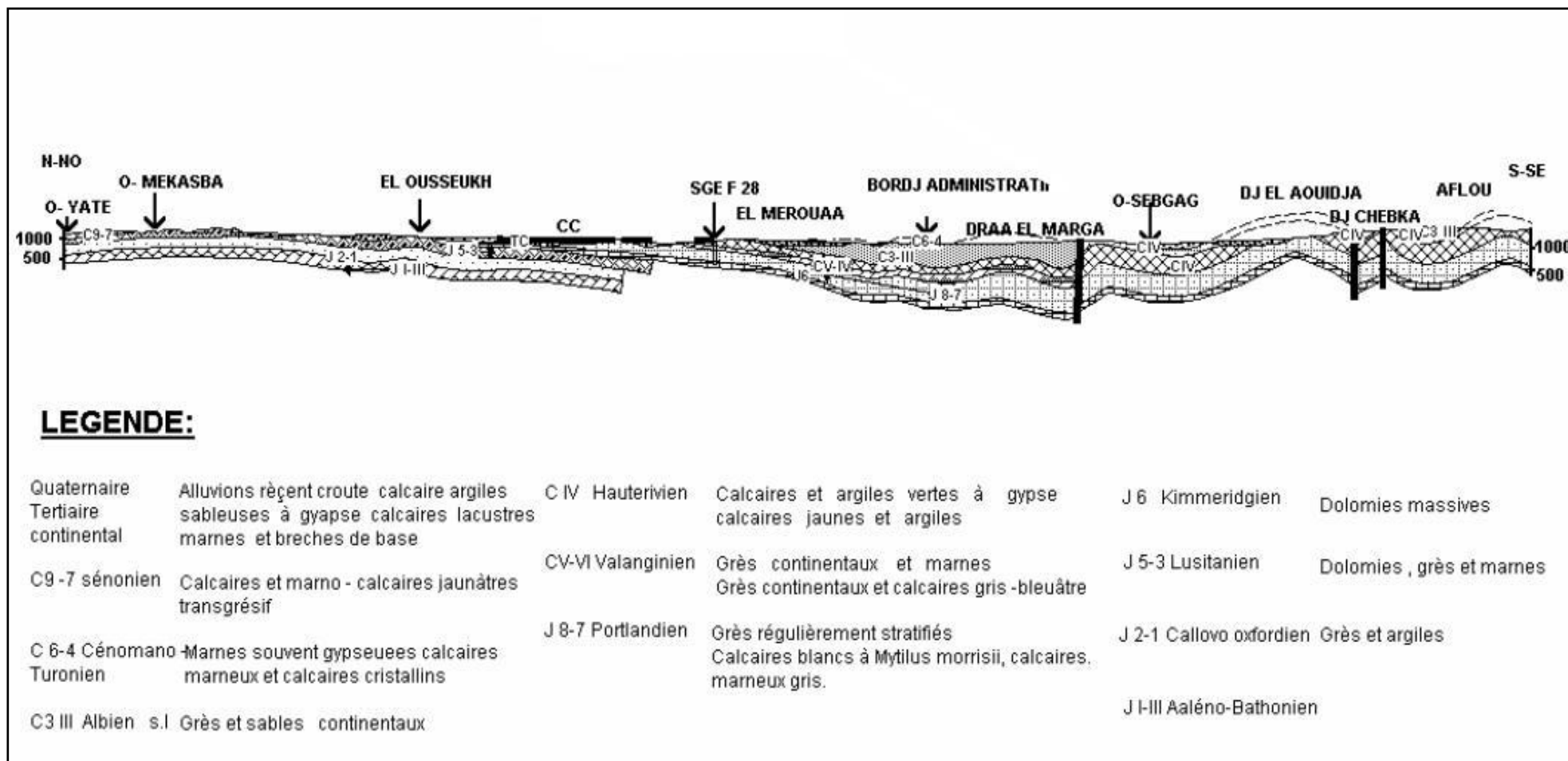


Figure N°14: La coupe géologique de la zone étude (Claire A., 1956) Echelle =1/1100 000

**Conclusion :**

La région de Sidi Abderahmane et de Chehaima situé au Sud-Ouest du chef lieu de la wilaya de Tiaret et au Nord Est du bassin versant du Chott Chergui.

Cette région montre des caractéristiques variées du point de vue Agriculture, sol, topographie, altitude et population.

Le relief général de la partie Sud-Ouest de la wilaya de Tiaret se présent comme des hautes plaines steppiques de faible pente (0 à 6°) occupant la quasi-totalité de la zone d'étude caractérisé par des fortes pentes (allant jusqu'au 18°) qui occupent environ 12% de la superficie totale de la région.

La zone étudiée est caractérisée par des formations sédimentaires transgressives du Callovo-Oxfordien jusqu'au Crétacé, constituées généralement par des dépôts détritiques à la base surmonté par des terrains carbonatés.

Le Tertiaire et le Quaternaire sont représentés par l'apparition des gypses et des dépôts alluvionnaires.

***Chapitre II***  
***Etude hydroclimatologique***

---

***Contribution à l'étude hydrogéologique et hydrochimique des ressources en eau souterraine du Chott Chergui : Cas de la région de Sidi Abderahamane-Chehaima (La partie Sud-Ouest de la wilaya de Tiaret)***

## Introduction

Le climat est un facteur très important dans la répartition et l'établissement du bilan hydrique.

Cette étude basée sur une série des données climatiques continues de la station de Saida, sur une période de 33 ans de l'année 1986 jusqu'à 2018 afin d'établir le diagramme Ombro-thermique, le climagramme de De Martonne ainsi que le climagramme d'Emberger pour déterminer le type du climat de la région d'étude.

Les caractéristiques de la station de référence sont récapitulées dans le tableau N°05 suivant :

**Tableau N°05 : Caractéristiques de la station météorologique de Saida**

Station	Les coordonnées géographiques		Z (m)	Code	Période
Saida	Longitude	Latitude	858	111104	1986-2018
	0°09'06" Est	34°49'49" Nord			

## I. Les facteurs climatiques :

### I.1 Les précipitations :

La pluie est un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et par conséquent le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes. (Hammoul.A et Dahri.A., 2015)

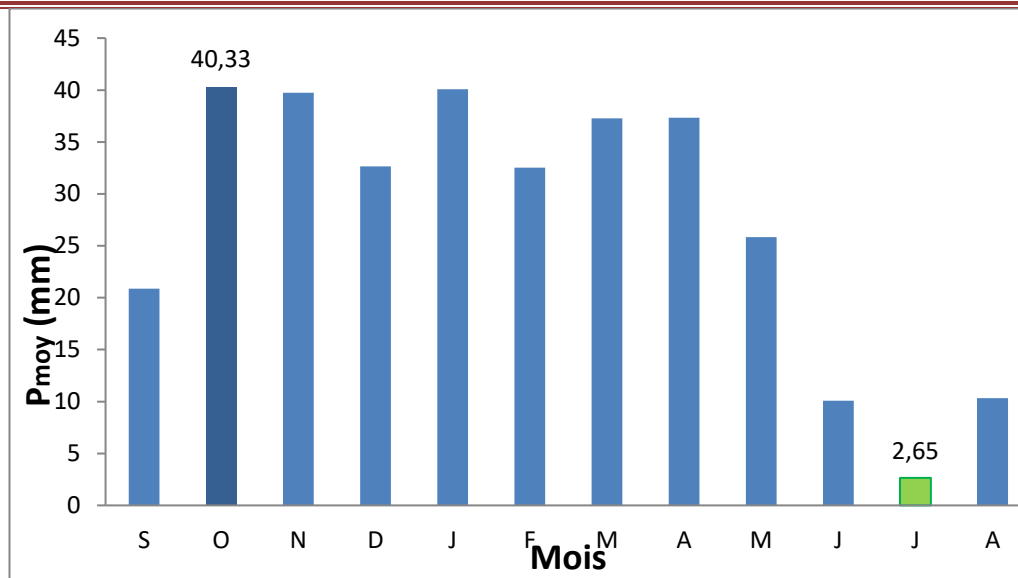
#### I.1.1 Les précipitations moyennes mensuelles :

Le tableau ci-dessous représente les précipitations moyennes mensuelles de Saida dans la période 1986 jusqu'à 2018 pour spécifier les périodes pluvieuses.

**Tableau N° 06: Les Précipitations moyennes mensuelles de Saida (1986-2018)**

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Total
Pmoy mensuelle (mm)	20,8	40,3	39,7	32,6	40,0	32,5	37,2	37,3	25,8	10,0	2,65	10,3	329,6
	8	3	3	6	8	2	6	4	2	8		3	7

D'après le tableau N° 06 nous représentons les données dans un histogramme de la figure ci-après:



**Figure N°13:** Représentation des précipitations moyennes mensuelles de la station de Saida (1986-2018)

D'après les données recueillies de la station de Saida, on constate que les mois les plus pluvieux sont ceux d'Octobre (**40,33 mm**), de janvier (**40,08mm**) et de novembre (**39,73mm**) par contre les mois les plus secs sont Juin (**10,08 mm**) et Juillet (**2,65mm**) (**Tableau N°6**) (**Figure N° 13**).

**I.1. 2. Régimes saisonniers des précipitations :**

D'après la figure N°13 et après avoir connu les moins plus et moins pluvieux, nous montrons les régimes saisonniers comme suit:

- Automne (septembre, octobre, novembre)  $\implies$  **100,94 mm**
- Hiver (décembre, janvier, février)  $\implies$  **105,26 mm**
- Printemps (mars, avril, mai)  $\implies$  **100,42 mm**
- Été (juin, juillet, aout)  $\implies$  **23,06 mm**

**Tableau N°07 :** Régimes saisonniers des précipitations de la station de Saida (1986-2018)

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Été	Total
	Sep-oct-nov	Déc- Jan- Fév	Mar- Avr- Mai	Juil- Juil- Aout	
Précipitation en (mm)	<b>100,94</b>	<b>105,26</b>	<b>100,42</b>	<b>23,06</b>	<b>329,67</b>
Précipitation en (%)	<b>30,62</b>	<b>31,93</b>	<b>30,46</b>	<b>6,99</b>	<b>100%</b>

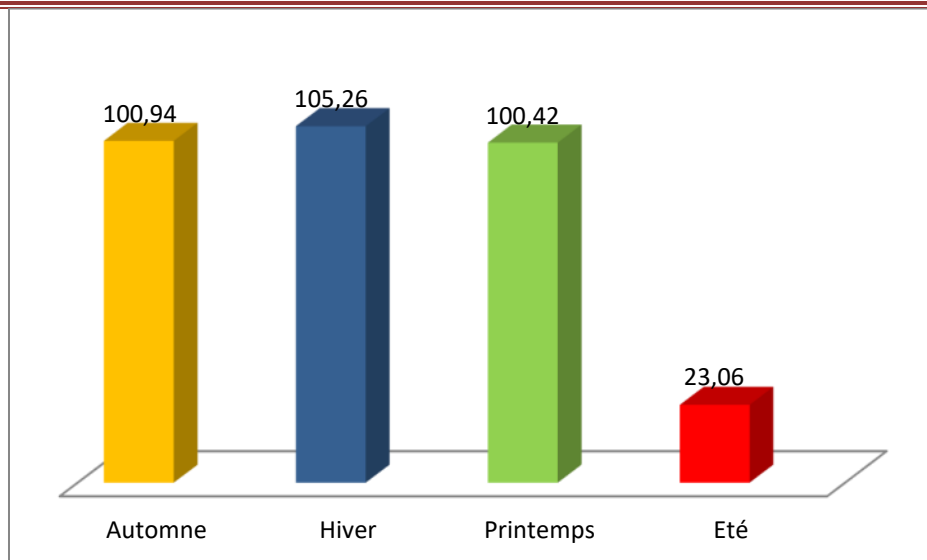


Figure N°14 : Variation des précipitations moyennes saisonnières (1986-2018)

### I.1.3. Variations des précipitations inter-annuelles :

La pluviométrie interannuelle moyenne de la région est de **329,67 mm** pour le période 1986-2018.

Les valeurs de la pluviométrie pendant ces années oscillent entre un minimum de **149,30 mm** enregistrée durant l'année hydrologique **1992-1993** et un maximum de l'ordre de **618,80 mm** observée durant l'année hydrologique **2012-2013** (Fig.15)

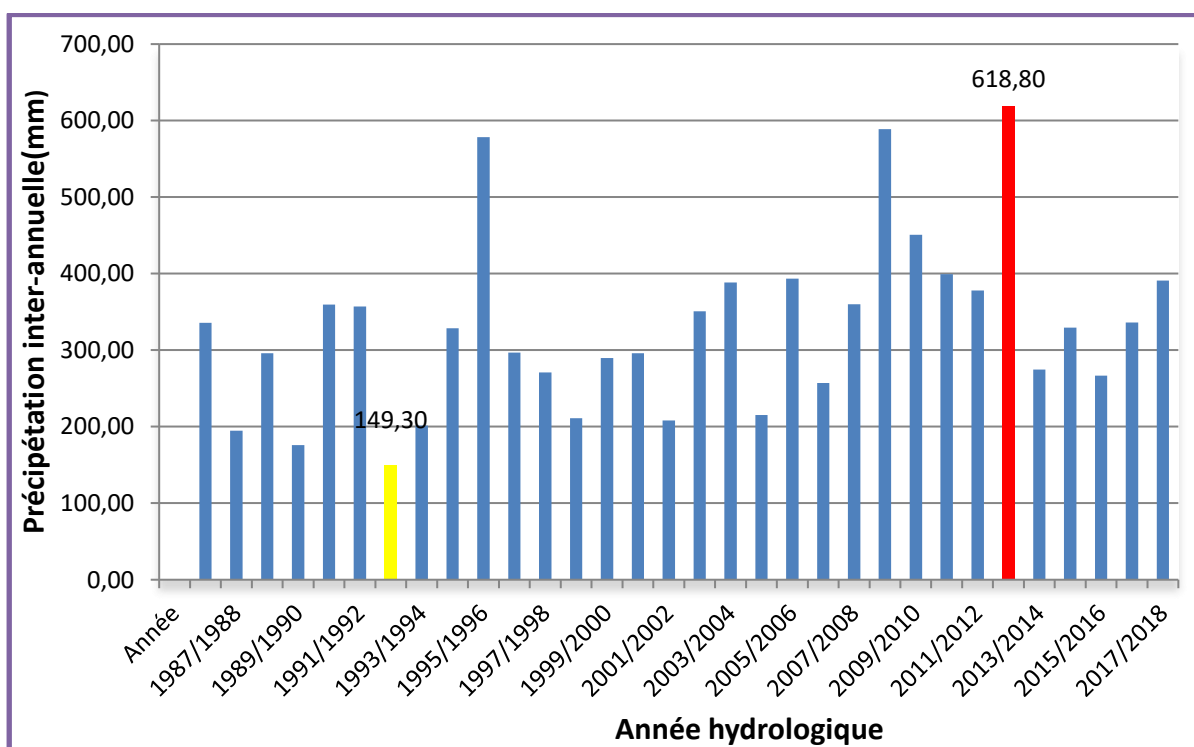


Figure N°15 : Evolution des précipitations moyennes inter-annuelles de la station de Saïda (1986-2018)

**I.1.4. Précipitations moyennes interannuelles et Coefficient pluviométrique (Cp):**

Le coefficient pluviométrique (**CP**) ce paramètre déterminer les années excédentaire et les années déficitaires (**Figure N°15**) il est obtenue par le rapport de la pluviométrie d'une année à la pluviométrie moyenne d'une série a des stations données (**Tableau N°08**)

$$CP = \frac{P}{P_{moy}}$$

Sachant que :

**CP** : coefficient pluviométrique.

**P** : pluviométrie interannuelle en (mm).

**p<sub>moy</sub>** : pluviométrie moyenne annuelle de la période considérée en (mm).

Si **Cp** > 1 : Année excédentaire (AE).

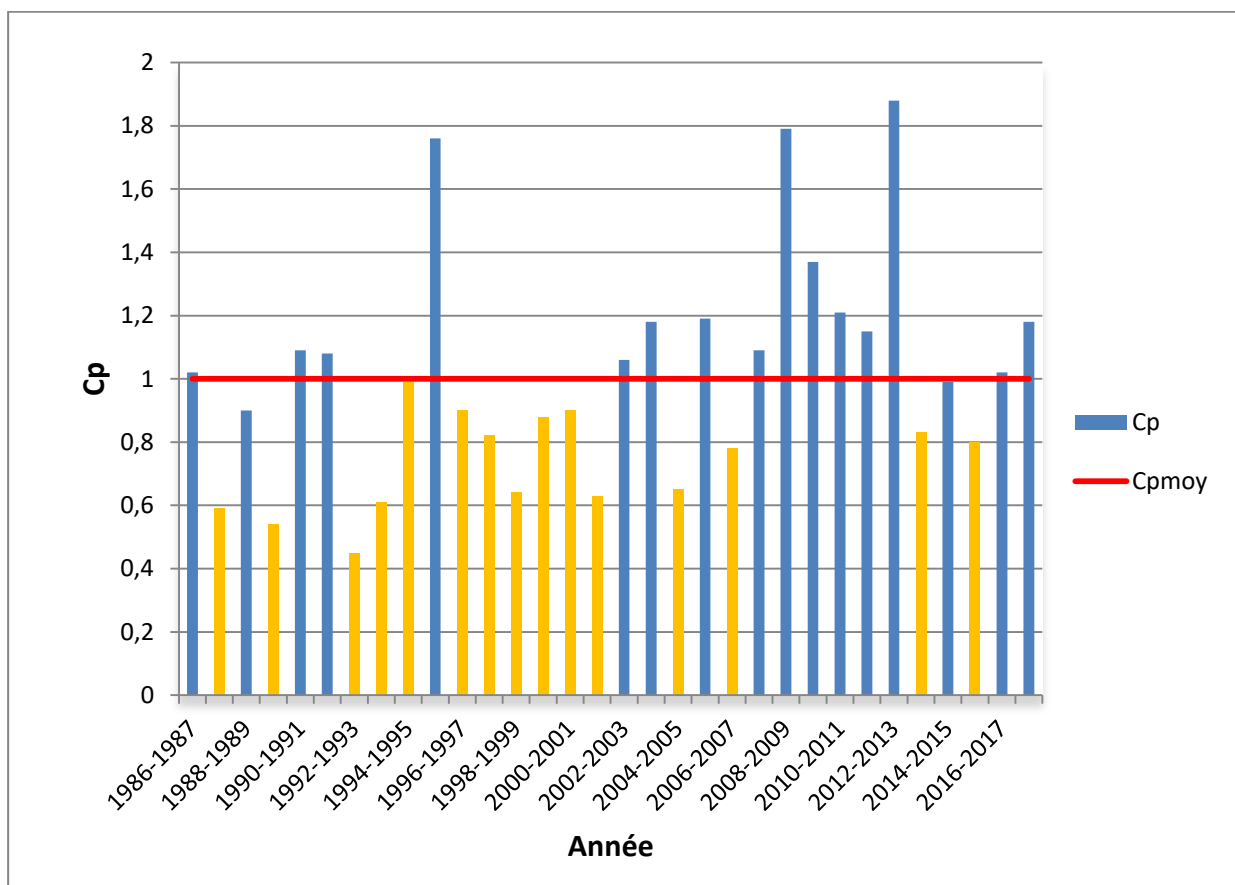
Si **Cp** < 1 : Année déficitaire (AD).

Les valeurs du coefficient pluviométrique sont présentées dans le **Tableau N°08** ci-après:



**Tableau N°08** : Représentation des précipitations inter-annuelles et les coefficients pluviométriques de la station de Saïda (1986-2018)

Années	Précipitation moyenne interannuelle en (mm)	CP	Observation
1986-1987	335,80	1,02	AE
1987-1988	194,60	0,59	AD
1988-1989	296,20	0,90	AD
1989-1990	175,90	0,54	AD
1990-1991	359,50	1,09	AE
1991-1992	357,20	1,08	AE
1992-1993	149,30	0,45	AD
1993-1994	201,50	0,61	AD
1994-1995	328,70	0,99	AD
1995-1996	578,60	1,76	AE
1996-1997	296,80	0,90	AD
1997-1998	271,10	0,82	AD
1998-1999	211,20	0,64	AD
1999-2000	289,70	0,88	AD
2000-2001	295,90	0,90	AD
2001-2002	208,10	0,63	AD
2002-2003	350,90	1,06	AE
2003-2004	388,50	1,18	AE
2004-2005	215,10	0,65	AD
2005-2006	393,60	1,19	AE
2006-2007	256,90	0,78	AD
2007-2008	360,20	1,09	AE
2008-2009	589,00	1,79	AE
2009-2010	450,90	1,37	AE
2010-2011	399,30	1,21	AE
2011-2012	378,20	1,15	AE
2012-2013	618,80	1,88	AE
2013-2014	274,50	0,83	AD
2014-2015	329,50	0,99	AD
2015-2016	266,90	0,80	AD
2016-2017	336,30	1,02	AE
2017_2018	390,80	1,18	AE



**Figure N°16:** Diagramme des variations des coefficients pluviométriques de la station de Saida (1986-2018)

D'après ce diagramme on remarque que le nombre des années excédentaires communes est presque égal aux années déficitaires : **(Figure N°16)**

- ✓ Années déficitaires communes sont: **17 ans**
- ✓ Années excédentaires commune sont : **15 ans**

### I.2 Les Températures :

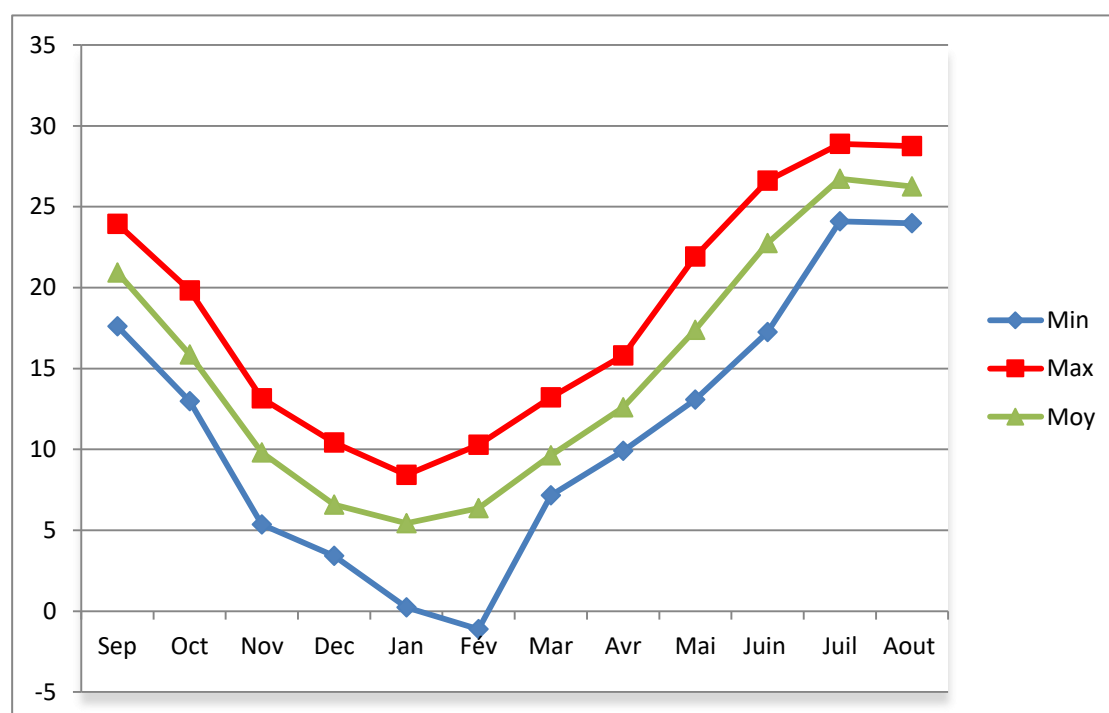
La température est un facteur climatique essentiel qui entre dans le calcul de l'évapotranspiration. Cette dernière est aussi un paramètre indispensable pour l'estimation du bilan hydrologique.

Le tableau montre les variations de la température moyenne mensuelle à la station de Saida durant la période (1986 – 2018).

**Tableau N° 09 : Températures moyennes mensuelles de la station de Saida (1986-2018)**

	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	M.A
<b>Min</b>	17,60	12,97	5,36	3,41	0,23	-1,12	7,15	9,90	13,07	17,26	24,10	23,99	11,16
<b>Max</b>	23,94	19,82	13,15	10,42	8,42	10,29	13,22	15,81	21,92	26,61	28,88	28,74	18,43
<b>Moy</b>	20,94	15,87	9,82	6,58	5,43	6,37	9,63	12,61	17,40	22,75	26,74	26,26	15,03

- **T° Moy:** désigne la température moyenne mensuelle (°C).
- **T° Max :** désigne la température moyenne mensuelle des maxima, (°C) ;
- **T° Min :** désigne la température moyenne mensuelle des minima, (°C) ;



**Figure N°17 :** Variation des températures mensuelles à la station de Saida de la période (1986-2018)

Les températures moyennes mensuelles de la station de Saida montrent que le mois le plus chaud de l'année est celui de juillet avec **26,74 °C** par contre le plus froid est celui de janvier avec une température moyenne mensuelle de **5,43 °C**.

### I.3 Classification du climat de la région :

La région d'étude est caractérisée par des conditions climatiques qui seront précisées en utilisant plusieurs méthodes :

L'indice d'aridité de De Martonne, le diagramme d'Emberger.L, la méthode de Gaussen.H, Bagnouls F. et la méthode d'Euvert G.

#### I.3.1 Diagramme Ombro-thermique de Gaussen:

Le diagramme Ombro-thermique permet de calculer la durée de la saison sèche et humide sur un seul graphe. Pour cela on confronte les courbes de pluies (courbe ombrique) et de la courbe de température (courbe thermique), il en y résulte le diagramme ombro-thermique. (Avec  $T=2P$ )

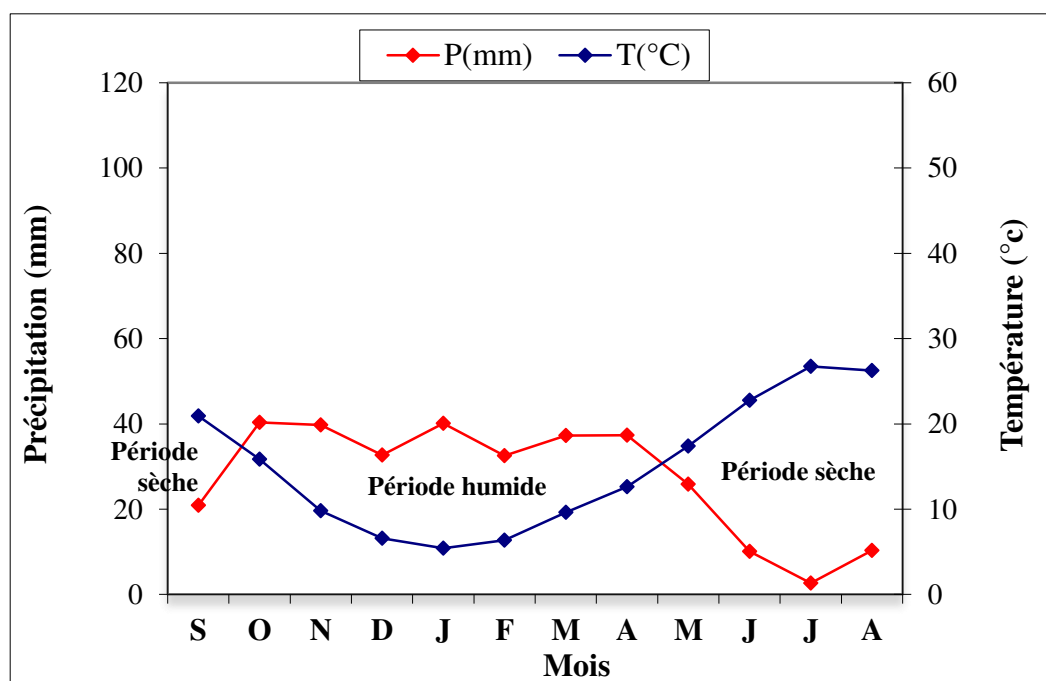


Figure N°18. Courbe Ombro-thermique de Gaussen de la station de Saida (1986-2018)

La courbe Ombro-thermique de la station de Saida montre que notre zone d'étude est caractérisée par deux périodes climatiques :

- **Période humide:** c'est la surface limitée par les deux intersections des courbes, de précipitation et de température. Cette période allant du mois d'**Aout** au mois d'**Avril** ;
- **Période sèche:** s'étalant du mois de **Mai** au mois de **Septembre**.

### I.3.2 Détermination de l'humidité du sol (méthode d'Euverte) :

Cette méthode est basée sur l'établissement d'un rapport entre les précipitations et les températures moyennes mensuelles (P/T) d'une même période.

Le rapport (P/T) donne la valeur de l'humidité du sol et permet de définir 4 types de régimes :

**Tableau N°10** : Valeurs du rapport P/T (Saida, 1986-2018).

Rapport (P/T)	P/T < 1	1 < P/T < 2	2 < P/T < 3	P/T > 3
Régime	Très sec	Sec	Subhumide	Humide

**Tableau N°11** : Valeurs du rapport P/T (Saida, 1986-2018).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
P (mm)	20,88	40,33	39,73	32,66	40,08	32,52	37,26	37,34	25,82	10,08	2,65	10,33
T (°C)	20,94	15,87	9,82	6,58	5,43	6,37	9,63	12,61	17,40	22,75	26,74	26,26
P/T	0.99	2.54	4.04	4.96	7.38	5.10	3.87	2.96	1.48	0.44	0.09	0.39

Les valeurs du rapport P/T représentées dans le (**Tableau N°11**) permettent de connaître l'évolution de l'humidité du sol pendant l'année :

- Pour les mois de **Septembre, Juin, Juillet et Aout**, le régime est **très sec**.
- Le mois **Mai** est **sec**
- Les mois **d'octobre, et Avril**, caractérisés par un régime **subhumide**.
- Un régime **humide** durant les mois **Novembre, Décembre, Janvier, Février et Mars**.

### I.3.3 Indice d'aridité de DE MARTONNE :

En 1926 a défini un indice d'article utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse exprime par la relation suivante:

$$I = P / (T + 10)$$

Où :

**I** : Indice d'aridité annuel ;

**P** : précipitation moyenne annuelle en mm ; **P = 329,67 mm**.

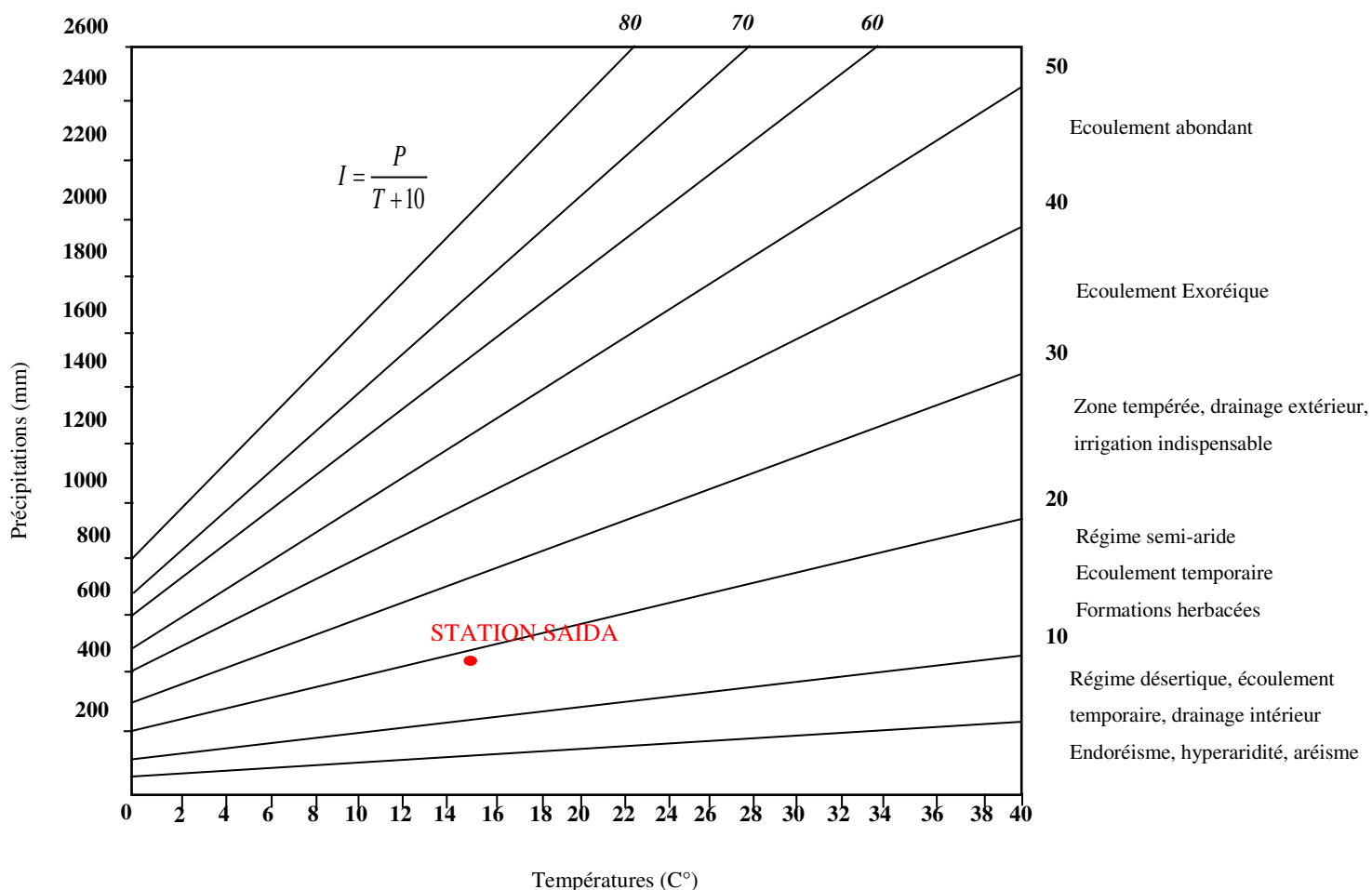
**T** : Température moyenne annuelle °C ; **T = 15,03 °C**.

$$\left\{ \begin{array}{l} P = 329,67 \text{ mm} \\ T = 15,03 \text{ }^\circ\text{C} \end{array} \right. \longrightarrow I = 13,17$$

Selon De Martonne :

- Si  $I < 5$  : il s'agit d'un climat hyper aride ;
- Si  $5 < I < 10$  : il s'agit d'un climat très sec (Désertique) ;
- Si  $10 < I < 20$  : il s'agit d'un climat sec (Semi-aride) ;
- Si  $20 < I < 30$  : il s'agit d'un climat tempéré ;
- Si  $I > 30$  : il s'agit d'un climat humide (écoulement abondant).

D'après l'indice d'aridité de De Martonne, on peut dire que notre région d'étude se caractérise par un climat semi-aride  $10 < I < 20$ , la figure montre la station de notre région.



**Figure N°19:** Abaque de l'Indice d'aridité Annuel de De Martonne, 1923 de la station de Saïda (1986-2018).

### I.3.4 Le diagramme d'Emberger :

Pour préciser le climat de la région nous allons utiliser le climagramme de Emberger.L sur lequel nous avons reporté les données des stations choisies, avec en abscisse la moyenne des températures minimales de la saison froide (en °C), et en ordonnée  $Q^2$  donné par la formule suivante :

$$Q^2 = \frac{P}{(M+m)(M-m)/2} * 1000 \quad \text{Ou encore} \quad Q^2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

Où :

$Q^2$  : quotient pluviométrique d'Emberger.

$M^2$  : moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré absolu (°K).

$m^2$  : moyenne des minima du mois le plus froid en degré absolu (°K).

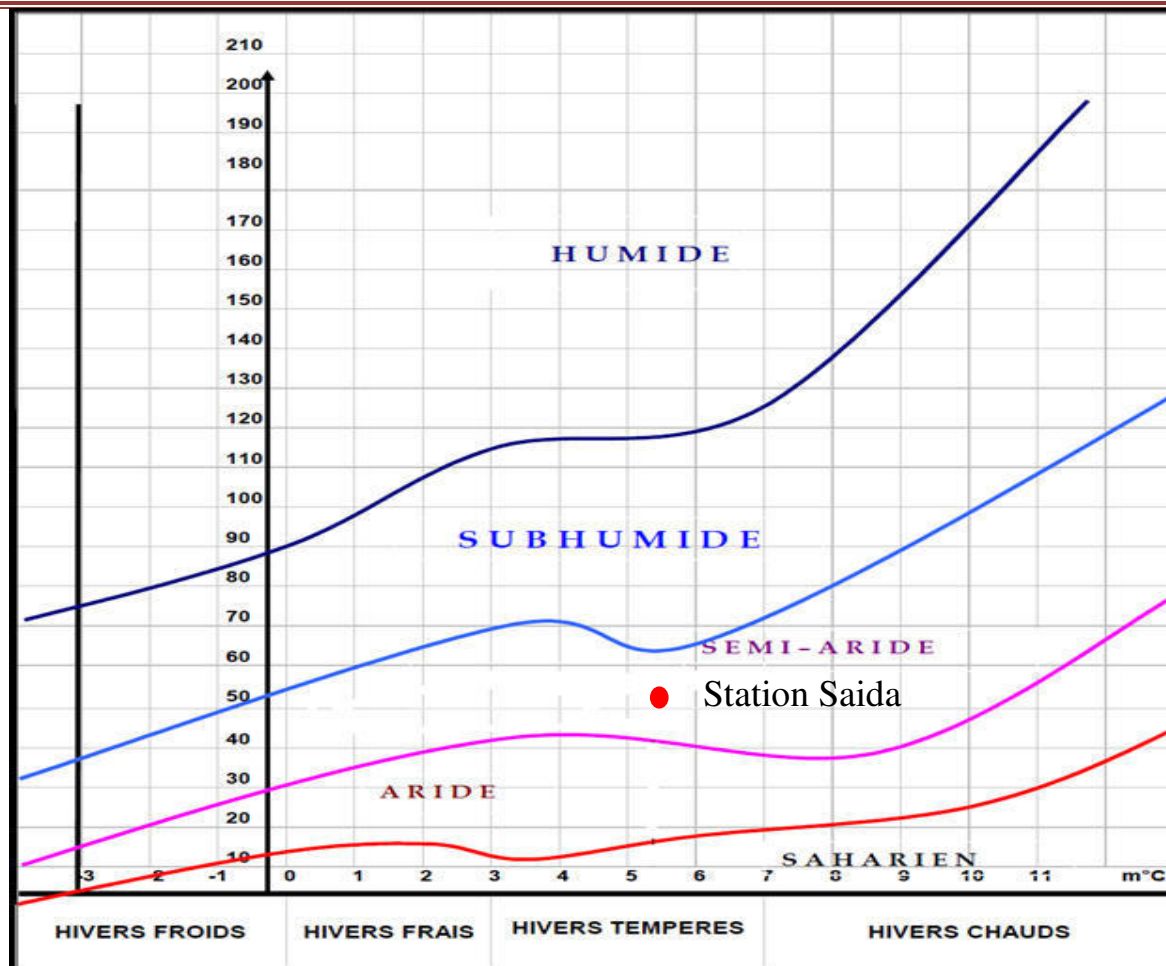
P : précipitations moyennes annuelles en (mm).

Ce diagramme est utilisé pour la situation du climat de la région étudiée, où nous avons :

$$\left\{ \begin{array}{l} M = 26.74 + 273,15 = 299.89 \text{ °K.} \\ m = 5.43 + 273,15 = 278.58 \text{ °K.} \\ P = 329.67 \text{ mm} \end{array} \right. \Rightarrow Q_2 = 53,49$$

Les mois les plus froids sont.

$$T = (5.43 + 6.37 + 6.58)/3 = 6.12 \text{ °C.}$$



**Figure N°20:** Climagramme d'EMBERGER de station de Saida (1986-2018)

Donc la région de Saida a un climat de type **Semi-aride**.

## II. Le Bilan hydrique :

Le bilan hydrique est l'étude comparée de la lame d'eau précipitée sur une surface donnée et des différentes formes de transfert de cette eau (**Tableau N°14**).

Le bilan hydrologique naturel peut se calculer par la formule suivante :

$$P = ETR + R + I$$

Avec :

ETR : L'évapotranspiration réelle annuelle (mm).

I : Infiltration annuelle (mm).

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

R : Ruissellement annuel (mm).



## II.1. Etude de l'évapotranspiration :

C'est un terme important du cycle hydrique qui résulte de deux phénomènes, l'un physique (l'évaporation), l'autre biologique (la transpiration) ; l'évapotranspiration est fonction de plusieurs facteurs (l'humidité, la température, l'insolation et la couverture végétale).

### II.1.1 Estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) :

C'est la quantité maximale d'eau susceptible d'être perdue en phase vapeur, sous un climat donné, par un couvert végétal continu spécifique bien alimenté en eau et pour un végétal sain en pleine croissance. Elle comprend donc l'évaporation de l'eau du sol et la transpiration du couvert végétal pendant le temps considéré pour un terrain donné. (in Laadj. H et Lot. A, 2016)

#### II.1.1.1 Formule de Thornthwaite (bilan d'eau) :

Cette méthode est basée sur la notion de **RFU** (réserve en eau dans le sol facilement utilisable par les plantes). On admet que la hauteur d'eau stockée dans le sol qui est reprise par l'évaporation est de 110mm comme valeur maximale.

Outre que les données pluviométriques et la température, cette méthode introduit le coefficient thermique **K** et l'indice de température mensuel **i** pour l'estimation de l'**E.T.P.** selon la relation suivante :

$$ETP = 16 (10T/I)^a K$$

$$i = (T/5)^{1.5} \quad \text{avec } I = \sum i \quad a = (1.6/100) I + 0.5$$

Avec :

**T** : Température moyenne du mois considéré en °C

**ETP** : Évapotranspiration potentielle du mois considéré en **mm**

**K** : coefficient de correction de la latitude, **I** : indice thermique annuel.

**i** : indice thermique mensuel.

**L'ETP** est estimée à **1028,93** mm/an (voir tableau bilan).

- si pour un mois **P > ETP** on pose que **P-ETP = ETR**, la quantité d'eau qui reste (**P-ETR**) va alimenter la **RFU** jusqu'à son maximum (**50 mm**) et si elle dépasse cette valeur il y aura un excès (**WS**) qui va partir soit sous forme d'infiltration efficace vers la nappe, soit sous la forme de ruissellement.

- si  $P < ETP$ , la valeur de  $ETR = P + RFU$ , jusqu'à égalisation avec  $ETP$ . Si la  $RFU$  est nulle, il va se produire un déficit agricole  $Da = ETP - ETR$ , ce dernier paramètre représente alors le besoin des cultures à l'irrigation.

Cette méthode a été appliquée à Saida conférer au **tableau N°14**

### a-Évapotranspiration réelle (ETR) :

Elle est aussi appelée déficit d'écoulement, l' $ETR$  représente la quantité de vapeur effectivement exportée vers l'atmosphère par les sols et les végétaux. Elle fait intervenir la réserve facilement utilisable ( $RFU$ ), la quantité d'eau nécessaire aux plantes est retenue dans le sol par les forces capillaires. Elle est déterminée par plusieurs formules entre autres celles de **Thornthwaite et Turc**.

L' $ETR$  est également calculée par la méthode du bilan hydrique mensuel de **Thornthwaite** qui est une adaptation de la méthode de calcul de l' $ETP$ .

- **La formule de Turc :**

M. Turc a établi la formule suivante :

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Avec :  $L = 300 + 25t + 0,05t^3$

Où :  $P$  : pluie moyenne annuelle, en mm

$L$  : paramètre de température, en mm

$T$  : température moyenne annuelle, en  $C^\circ$ .

Selon les deux formules précédentes de l'évapotranspiration réelle de Saida on obtient :

**Tableau N°12 :** Comparaison entre les deux méthodes de calcul de l' $ETR$

Station	ETR Turc (mm/an)	ETR CW.Tornthwaite (mm/an)
Saida	323,20	284,89

### b-Estimation du ruissellement:

C'est la quantité d'eau qui s'écoule à la surface du sol par unité de temps sans s'évaporer avant de garder une masse d'eau. Il existe plusieurs méthodes pour le calcul du ruissellement. On utilise la méthode de Tixeront et Berkaloff.

**Méthode de Tixeront et Berkaloff :**

Tixeront et Berkaloff ont établi une formule permettant d'estimer le ruissellement moyen annuel :

$$R = P^3 / 3(ETP)^2 \quad \text{si } P < 600 \text{ mm}$$

Avec :

**R** : Ruissellement en (mm) ;

**P** : Précipitations moyennes annuelles en (mm) ;

**ETP** : L'évapotranspiration potentielle annuelle en (mm).

**Tableau N°13** : Estimation du ruissellement selon les formules de Tixeront-Berkaloff de la station de Saida Période (1986-2018)

Paramètres Station	P (mm/an)	ETP	R (mm/an)
Saida	329,67	1028,93	11,28

La lame d'eau ruisselée pour la période 1986-2018 à la station de Saida est de **11,28 mm** pour une pluie moyenne annuelle de **329,67 mm**.

**c-Estimation de l'infiltration:**

L'équation du bilan hydrique nous permet de déterminer l'infiltration efficace (I).

$$P = ETR + R + I \rightarrow I = P - ETR - R$$

Avec :

- **P** : précipitation moyenne annuelle en mm
- **ETR** : évapotranspiration réelle annuelle en mm.
- **R** : ruissellement en mm.
- **I** : l'infiltration efficace en mm.
- Si **I** > 0 : les entrées sont supérieures aux sorties.
- Si **I** < 0 : les entrées sont inférieures aux sorties.

$$\Rightarrow I = 329,67 - 284,89 - 11,28 = 33,5 \text{ mm}$$

Tableau N°14 : Bilan hydrique de **Thornthwaite. C.W.** de la station de Saida (1986-2018)

Mois	T(°C)	IT	CL	ETP	P(mm)	BH	RFU	ETR	Def	Exc
S	20,94	8,74	1,03	120,95	20,88	-100,07	0,00	20,88	100,07	0,00
O	15,87	5,75	0,97	68,97	40,33	-28,64	0,00	40,33	28,64	0,00
N	9,82	2,78	0,86	25,65	39,73	14,08	14,08	25,65	0,00	0,00
D	6,58	1,52	0,81	11,70	32,66	20,96	35,04	11,70	0,00	0,00
J	5,43	1,13	0,87	8,88	40,08	31,20	50,00	8,88	0,00	16,24
F	6,37	1,44	0,85	11,58	32,52	20,94	50,00	11,58	0,00	20,94
M	9,63	2,70	1,03	29,65	37,26	7,61	50,00	29,65	0,00	7,61
A	12,61	4,06	1,10	51,58	37,34	-14,24	35,76	51,58	0,00	0,00
M	17,4	6,61	1,21	101,62	25,82	-75,80	0,00	61,58	40,05	0,00
J	22,75	9,91	1,22	166,46	10,08	-156,38	0,00	10,08	156,38	0,00
J	26,74	12,66	1,24	226,67	2,65	-224,02	0,00	2,65	224,02	0,00
A	26,26	12,32	1,16	205,21	10,33	-194,88	0,00	10,33	194,88	0,00
Annuel	15,0	69,62	-	1028,93	329,68	-699,25	234,88	284,89	744,04	44,79

Avec:

**T** : Température moyen mensuelle en (°C)

**P** : Précipitation moyen mensuelle en (mm)

**IT** : Indice thermique

**RFU** : Réserve facilement utilisable en (mm)

**CL** : Coefficient de correction allié à l'altitude

**ETR** : Evapotranspiration réelle en (mm)

**ETP** : Evapotranspiration potentielle en (mm)

**Def** : Déficit agricole en (mm)

**BH**: Bilan Hydrique

**EXC** : Excédent en (mm)

**Les formules de vérification:**

- $P = \sum ETR + \sum EX \implies P = 284,89 + 44,79 = 329,67 \text{ mm}$
- $ETP = \sum ETR + \sum DA \implies ETP = 284,89 + 744,04 = 1028,93 \text{ mm}$
- $EXD = I + R \implies EXD = 33,5 + 11,28 = 44,79 \text{ mm}$
-

**-Interprétation du bilan hydrique :**

Le bilan hydrique établi par la méthode de Thornthwaite pour la station de Saida durant la période 1986 à 2018 a montré que l'ETP atteint son maximum au mois de juillet( **226,67 mm**)et son minimum au mois de Janvier ( **8,88 mm**) .

La constitution de la RFU débute au mois de novembre et s'étale jusqu'à le mois d'avril. Le déficit agricole est évalué à **744,04 mm**. Avec un excédent estimé à **44.79 mm** qui apparait durant les mois de janvier. Février et mars.

**Tableau N°15 :** Tableau récapitulatif des paramètres du bilan hydrologique de la station de Saida (1986-2018).

Paramètre	Méthode	Valeur (mm/an) (%)
<b>P</b>	-	<b>329,67 (100%)</b>
<b>ETP</b>	<b>Thornthwaite</b>	<b>1028,93</b>
<b>ETR</b>	<b>Turc</b>	<b>323,20 (98,03%)</b>
	<b>Thornthwaite</b>	<b>284,89 (86,41%)</b>
<b>R</b>	<b>Tixeront-Berkaloff</b>	<b>11,28 (3,42%)</b>
<b>I</b>	<b>Thornthwaite</b>	<b>33,5 (10,16%)</b>

D'après le tableau, on remarque que la lame d'eau précipitée est égale à **329,67 mm**, l'évapotranspiration réelle calculée par la méthode de Thornthwaite est **284,89 mm** soit **86,41%** des précipitations reprises par l'évapotranspiration et retournent à l'atmosphère. Alors que **3,42%** de cette pluie constitue la lame ruisselée et **10,16%** sous forme d'une lame infiltrée qui peut recharger les nappes d'eau de la région.

**Conclusion :**

L'étude climatique de la région de Saida permet d'apprécier les résultats suivants :  
La région est caractérisée par un climat semi-aride à hiver tempéré avec une température moyenne annuelle de **15,03°C**.

Elle reçoit une hauteur moyenne de précipitation d'environ **329,67 mm/an** pour la station de Saida durant la période 1986 jusqu'à 2018.

L'exploitation des données météorologiques a mis en évidence deux périodes ; une période sèche et une période humide.

L'analyse du bilan hydrique calculé montre que :

86,41%) des précipitations s'évapotranspirent. Environ **3,42 %** ruissellent.

L'évapotranspiration potentielle et l'évapotranspiration réelle moyenne sont respectivement de **1028,93 mm** et **284,89 mm**, soit **86,41%** des précipitations. Le déficit agricole estimé est de **744,04 mm** étalé sur la période allant de mai jusqu'à Octobre. Le ruissellement et l'infiltration représentent respectivement **3,42 %** et **10,16 %** des précipitations. Cette dernière peut avoir deux rôles,

- Le premier rôle de contribuer à la recharge des nappes d'eau superficielle
- Le second rôle c'est le transfert des pollutions ou l'excès des éléments chimiques vers les réservoirs d'eau souterraine

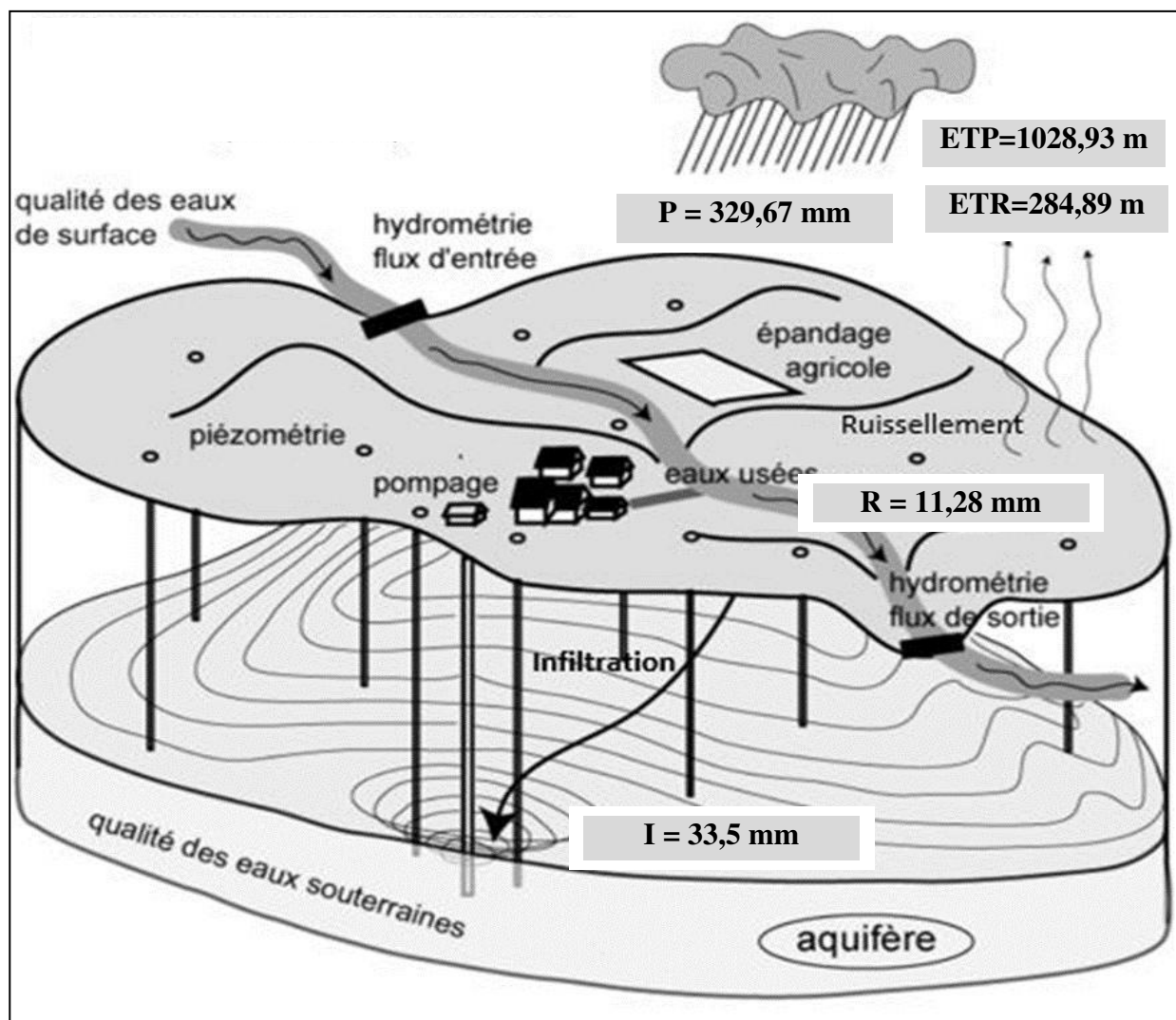


Figure N° 21: Schéma récapitulatif des paramètres du bilan hydrique de Thornthwaite de la station de Saida (1986-2018).

## ***Chapitre III***

### ***Etude hydrogéologique***

---

***Contribution à l'étude hydrogéologique et hydrochimique des ressources en eau souterraine du Chott Chergui : Cas de la région de Sidi Abderahmane-Chehaima (La partie Sud-Ouest de la wilaya de Tiaret)***



## Introduction :

L'hydrogéologie s'occupe de la distribution et de la circulation de l'eau souterraine dans le sol et les roches, en tenant compte leurs interactions avec les conditions géologiques et l'eau de surface. (**Frédéric P. et al, 2010**).

Le rôle de l'hydrogéologie est de déterminer l'origine des eaux souterraines et leur répartition dans les couches de la terre, ainsi que leurs écoulements et leurs équilibres.

Dans ce chapitre, On a tiré des caractéristiques hydrogéologiques du bassin versant du Chott Chergui à l'échelle régional et notamment la zone d'étude de la partie Sud – Ouest du Tiaret (Sidi Abderahmane et Chehaima) à l'échelle locale. De plus, on détermine les différentes nappes existantes et la morphologie de l'aquifère de cette zone.

## 1. Contexte hydrogéologique général :

L'état des ressources en eaux souterraines que nous présentons est basé sur l'exploitation des données géologiques et la carte piézométrique et la carte lithologique du bassin versant de Chott Chergui.

### 1.1 Principaux aquifères et zones susceptibles d'être aquifères

Le bassin du Chott Chergui présente plusieurs aquifères, de nature lithologique très variable, entraînant une différence de perméabilité des formations.

L'étude géologique a mis évidence trois formations perméables :

- Les formations affleurant au Nord du bassin : Aaléno-Bathonien et Sénonien ;
- Les niveaux perméables du Tertiaire Continental ;
- Les formations affleurant au Sud du bassin : grès du Jurassique supérieur et grès du Barrémo-Albien.

L'existence de plusieurs sources artésiennes (Ain Skhouna, Ain Tiddès, El Kheiter, ....) révèle la présence d'importantes potentialités aquifères. Ain Skhouna (5001/s) liée au réservoir Aaléno Bathonien est la plus importante dans le bassin versant de Chott Chergui (**In Maizi D., 2007**).

#### 1.1.1 Le jurassique inférieur « Lias » :

Dans les monts de Saida, les formations Liasiques, appelées « dolomies de Tifrit » affleurent au niveau du horst de Tifrit. La base est constituée par une dolomie cristalline massive et la partie

supérieure est essentiellement calcaro-marneuse. Ces formations s'étendent sur une surface d'une centaine de Km<sup>2</sup>.

L'ensemble est perméable il repose sur un substratum schisteux sub horizontal qui constitue l'assise imperméable d'une nappe très importante qui alimente de nombreuses résurgences dont les principales sont Tifrit et Ain Soltane.

Au niveau du bassin de chott Chergui, les dolomies liasiques se terminent en biseau sous Daïet Zraguet et sont complètement recouvertes par les marnes Toarciennes. Leur rôle hydrogéologique semble négligeable. **(In Maizi D., 2007).**

### 1.1.2-L'Aaléno- Bathonien :

Les dolomies de base de l'Aaléno-bathonien constituent l'aquifère le plus important du bassin Chott Chergui (**fig. N°22**). L'épaisseur de cet aquifère est de 100 à 150 m. ces dolomies de base affleurent au Nord sur le Sud des monts de Saida où elles constituent un aquifère karstique à nappe libre. Elles affleurent également au Sud Ouest dans les monts de Méchéria (Djebel Antar).

Cette aquifère repose sur un substratum imperméable constitué de la série saline du Trias ou de la série marno-calcaire du Toarcien. Ces formations s'enfoncent au Sud vers l'Atlas Saharien.

La perméabilité des dolomies de base est variable :

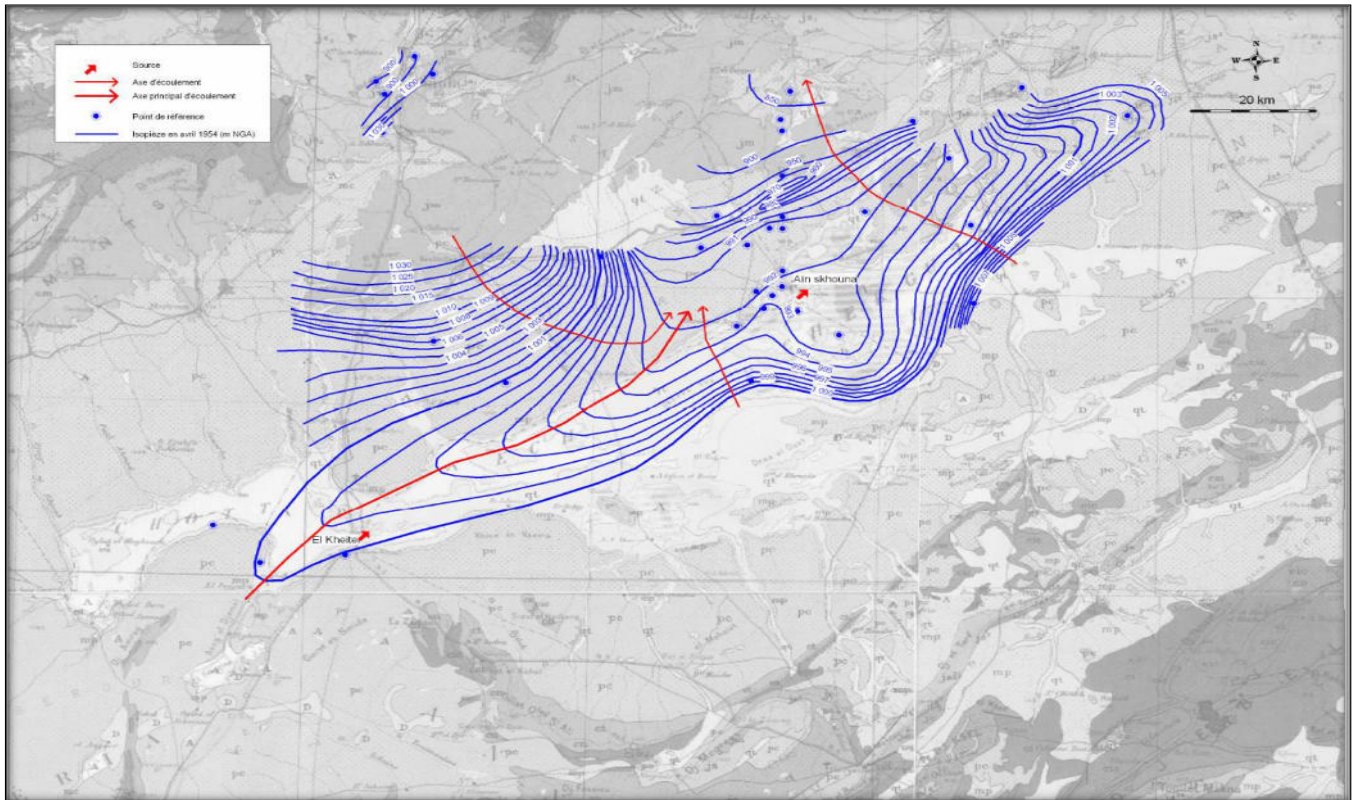
- Dans la région d'Ain Skhouna, elle est relativement importante lorsque les dolomies ont été altérées et érodées et recouvertes directement par le remplissage Tertiaire continental où par une faible épaisseur du Callovo-Oxfordien.
- Elle est plus importante au Nord où l'aquifère de l'Aaléno-Bathonien est :
  - Libre lorsque les dolomies affleurent dans le plateau d'Oum Djerane et Tidernatine, à l'Est de la ville de Saida.
  - Captif lorsqu'il est surmonté par le Callovo-Oxfordien argilo-gréseux qui constitue le toit imperméable.
- Elle diminue vers le Sud du chott lorsque les dolomies sont recouvertes par une grande épaisseur de Callovo-Oxfordien ou lorsque l'Aaléno-Bathonien devient schisto-gréseux. .

**(In Maizi Dj., 2007).**

#### 1.1.2.1. Piézométrie de la nappe de l'Aaléno-Bathonien:

Les nombreux forages qui atteignent les dolomies du Jurassique ont permis d'établir une carte piézométrique de la nappe de L'Aaléno- Bathonien (**Avril 1954**) avant le début de son exploitation.

**(Fig. N°22);**



**Figure N° 22:** Carte piézométrique de la nappe de l'Aaléno-Bathonien en 1954.

(Claire. A., 1956).

On remarque la morphologie de la surface piézométrique de cette nappe indique qu'il s'agit d'une nappe radiale à profil hyperbolique et à écoulement convergent. On distingue deux principaux axes de drainage qui convergent vers la région d'Ain Skhouna qui correspond à une dépression piézométrique.

Le deuxième axe de drainage, situé au Nord-Est du bassin, a une direction Nord Est —Sud Ouest.

A la lisière du Djebel Amour, les équipotentielles parallèles aux affleurements des formations secondaires correspondent ici à une autre zone d'alimentation mais de moindre importance. La confluence des deux axes de drainage correspond à la dépression piézométrique centrée au Sud-Est d'Ain- Skhouna, à la cote 991,60 m. Une bonne partie de l'écoulement souterrain émerge au niveau des sources de la zone d'Ain- Skhouna. Une autre partie des eaux chemine sous un faible gradient vers le Nord-Ouest (Chaine des Guenatis) en direction du bassin de l'Oued Taht (bassin de la Mina).

Cet aquifère représenté dans la figure N°23.

### 1.1.3. Le Callovo-Oxfordien :

Le Callovo-Oxfordien est argilo- gréseux au Nord- Est du bassin du Chott Chergui.

Dans le plateau du Saida, les lambeaux marneux de cette formation mettent parfois en charge les eaux de la nappe Aaléno-bathonienne. Les bancs gréseux sont généralement peu développés et disséminés dans toute la série. Ils sont peu aquifères.

Seuls les bancs en contact direct avec les dolomies Aaléno- bathoniennes dans la zone faillée du fossé de Saida ou bordant le polygone de Tifrit peuvent être nourris par les nappes du Bajo-Bathonien ou du Lias.

Le Callovo- Oxfordien devient gréseux vers le Sud. Il affleure en bordure de l'Atlas Saharien. Les liaisons hydrauliques avec les dolomies Aaléno- Bathoniennes semblent limitées.

### 1.1.4. Le Kimméridgien - Tithonique :

Il affleure très localement au Nord Est du bassin du Chott Chergui. C'est un aquifère dolomitique ou calcaire perméable, Son rôle hydrogéologique est très local.

### 1.1.5. Le Valanginien- Hautérivien :

Il comprend de rares niveaux perméables (calcaires, dolomies et grès souvent épais) affleurant rarement et intercalés d'épais niveaux argileux. Au nord des monts de Saida, il constitue un bon aquifère, mais au niveau du bassin du Chott son rôle est négligeable.

### 1.1.6. Le Barrémo-Albien:

Il s'agit d'un réservoir gréseux ayant une perméabilité variable. Cette perméabilité devient très faible lorsque le ciment des grès est argileux. Le Barremo- Albien affleure largement dans l'Atlas Saharien, mais se termine rapidement en biseau sous la dépression du Chott entre l'Hautérivien peu perméable et les argiles cénomaniennes. La nappe albienne, peu abondante par suite de nombreux lits argileux, peut alimenter les niveaux sableux du remplissage Tertiaire.

### 1.1.7. Le Cénomano- Turonien :

Les calcaires turoniens présentent une bonne perméabilité de fissures mais leur extension est très limitée : sommet des synclinaux perches de la chaîne des Ménidjels.(In Maizi D .,2007).

### 1.1.8. Le Sénonien:

Les calcaires du Sénonien, le plus souvent altérés et très perméables, affleurent largement au NE du Chott Chergui mais se présentent en lambeaux interdisant toute communication hydraulique facile les uns avec les autres. Un de ces lambeaux joue un rôle essentiel dans l'hydrogéologie du Chott Chergui donnant ainsi naissance à la source d'Ain Skhoua. A ce niveau, le Sénonien est formé

de calcaires très altérés transgressifs sur l'Aaléno-bathonien et constitue le chenal de résurgence des eaux de nappe profonde vers la surface (Clair. A., 1956).

En effet, les interprétations géologiques et hydrogéologiques conduisent à admettre, dans la zone d'Ain Skhouna, que les eaux en charge de l'aquifère Aaléno - Bathonien sont drainées par l'ensemble calcaires sénoniens et remontent à la surface, à travers la faible épaisseur du remplissage Tertiaire pour alimenter l'important débit de la source d'Ain Skhouna.

Les travaux d'Aoudia (2014) ont permis de préciser le modèle de fonctionnement de la source d'Ain Skhouna. L'étude géophysique réalisée par cet auteur a permis de mettre en évidence trois unités structurales bien distinctes:

- Un remplissage Tertiaire conducteur dans son ensemble.
- Un Sénonien forme de calcaires fracturés et durs qui sont en discordance avec les formations sous-jacentes de l'Aaléno-Bathonien.
- Un jurassique moyen représenté par l'Aaléno-Bathonien constitué de calcaires dolomitiques représentant un aquifère discontinu au niveau du bassin de Chott Chergui.

L'ensemble des coupes géoélectriques et des différentes cartes de résistivités apparentes donnent une image de l'extension du Sénonien à travers une carte de délimitation de la lentille sénonienne d'Ain Skhouna.

Par ailleurs, le modèle établi à l'aide de l'exploitation des données des coupes géo-électriques, par extrapolation des contacts anormaux supposés exister dans cette région et l'élaboration d'une carte linéamentaire complémentaire à cet effet lui permettent d'affirmer que l'alimentation des nappes Aaléno-Bathonienne et Sénonienne se fait à partir des monts de Saida et Frenda au Nord et par les monts de Mécheria à l'Ouest. Et que l'émergence de toutes les sources d'Ain Skhouna se fait à la limite des failles conjuguées (bordure Nord du Chott proprement dit): Les failles orientées NO-SE sont drainantes par contre les accidents E-W constituent de véritables obstacles d'où l'apparition de ces sources à grands débits. (Voir la figure N°23.)

### **1.1.9. Le remplissage Tertiaire et Plio-Quaternaire:**

Les atterrissements tertiaires et quaternaires qui comblent la dépression du Chott, alimentent souvent par leur propre impluvium des nappes plus ou moins importantes. Ils drainent également les eaux de ruissellement des massifs qui les bordent.

Le remplissage tertiaire continental constitué par plusieurs niveaux occupe une large superficie et peut atteindre 350 m d'épaisseur.

L'exploitation des données de forages et les résultats des études géophysiques (**Meba.rek S. et E.Rahin J., 2008 ; Aoudia., 2014**) ont permis de reconnaître 03 niveaux potentiellement exploitables à l'échelle locale.

- **Le niveau grossier de base** : est formé par l'altération du substratum secondaire parfois Calcareux, d'âge Sénonien ou dolomitique ou gréseux d'âge Aaléno-Bathonien. Son épaisseur (0 à 20m) est fonction de son contact avec ces formations. Il présente une résistivité de 150 Ohm.m et se situe à une profondeur moyenne de 130 m. Ce niveau constitue un niveau perméable qui se confond souvent avec la partie supérieure des calcaires sénoniens, en formant un aquifère unique dans la zone d'Ain Skhouna. Il peut lier hydrauliquement les aquifères de remplissage tertiaire avec ceux du substratum secondaire.
- **Les calcaires Lacustres** ; parfois très altérés, affleurent au-dessus de la carapace calcaire. Ils montrent une résistivité qui varie entre 30 à 350 Ohm .m car ils sont tectonisés et plus ou moins perméables mais ils sont lenticulaires et communiquent difficilement entre eux. Ils alimentent en leurs points bas des résurgences telles qu'Ain Souane. Ils alimentent également en eau les nappes peu profondes, par contre, ils sont rarement en contact avec les aquifères profonds. L'impluvium de la carapace calcaire recouvre presque la totalité du remplissage tertiaire sauf au centre du bassin, au niveau du Chott Chergui. Cette formation perméable est facteur d'infiltration et d'évaporation des eaux des précipitations et de ruissellement des Oued.
- **Les niveaux sableux ou conglomératiques** ; se trouvent intercalés dans les argiles du remplissage Tertiaire. Leur affleurement est rare. D'une résistivité qui varie entre 35 à 130 Ohm.m, ils présentent une bonne perméabilité lorsqu'ils ne sont pas colmatés par un ciment marneux. Ils sont fréquents au sud d'El Kheiter où ils sont en contact avec les séries gréseuse du substratum Secondaire. Ils participent à l'alimentation des sources d'El Kheiter.

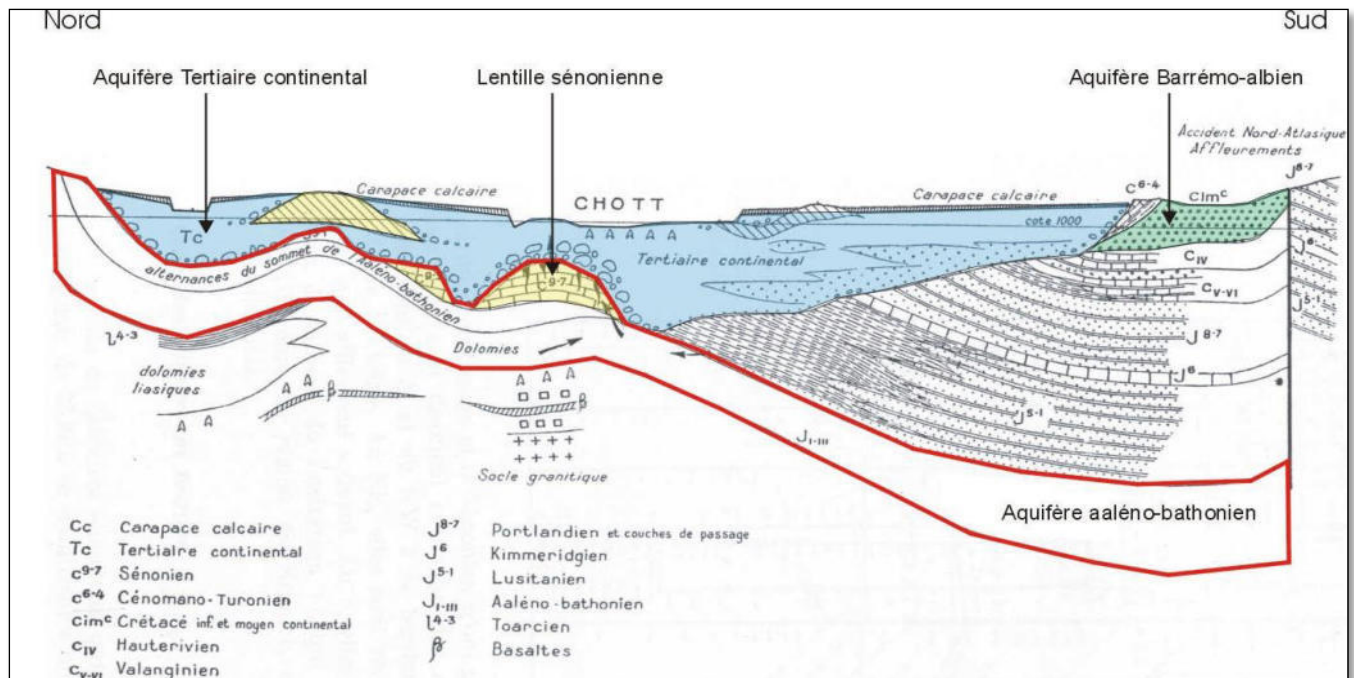


Figure N° 23: Coupe schématique représentative des principaux aquifères du bassin versant du Chott Chergui. (Claire. A. ; 1956).

## 2. Contexte hydrogéologique local :

L'aspect géologique et hydrogéologique et sa connaissance, même d'une manière succincte, permet de situer les différentes ressources hydrauliques, notamment souterraines, de la zone d'étude.

Avant d'aborder ce paramètre déterminant dans toute approche de mise en valeur agricole, notamment en zones steppiques, il est nécessaire de donner un aperçu succinct sur la géologie et l'hydrogéologie locales.

### 2.1. Aperçu géologique :

Les principales formations géologiques dans le Sud et Sud-ouest de la wilaya de Tiaret sont essentiellement représentées par le Plio-Quaternaire, le sénonien et l'Aaléno-Bajo-Bathonien. (B.N.E.D.E.R., 2019).

**a-Plio-Quaternaire :** Constitué par des dépôts d'argile sableuse.

**b-Sénonien :** Constitué par le calcaire Sénonien.

**c-Aaléno-bajo-bathonien :** constitué par des calcaires dolomitiques.

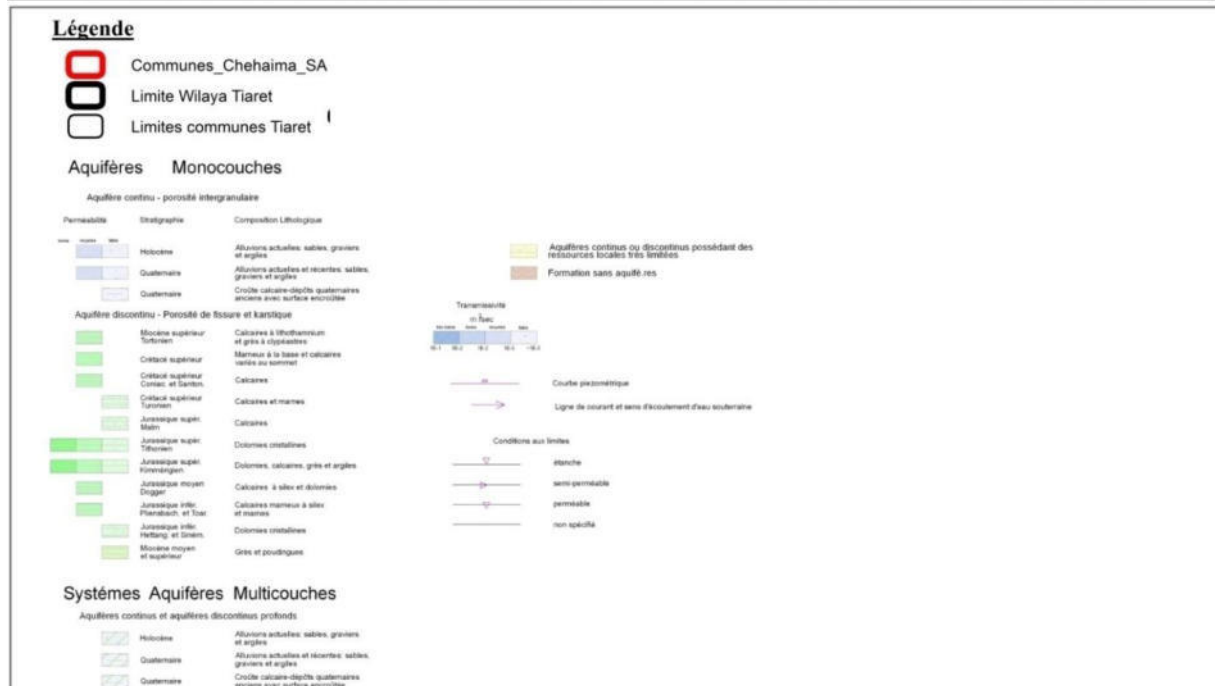
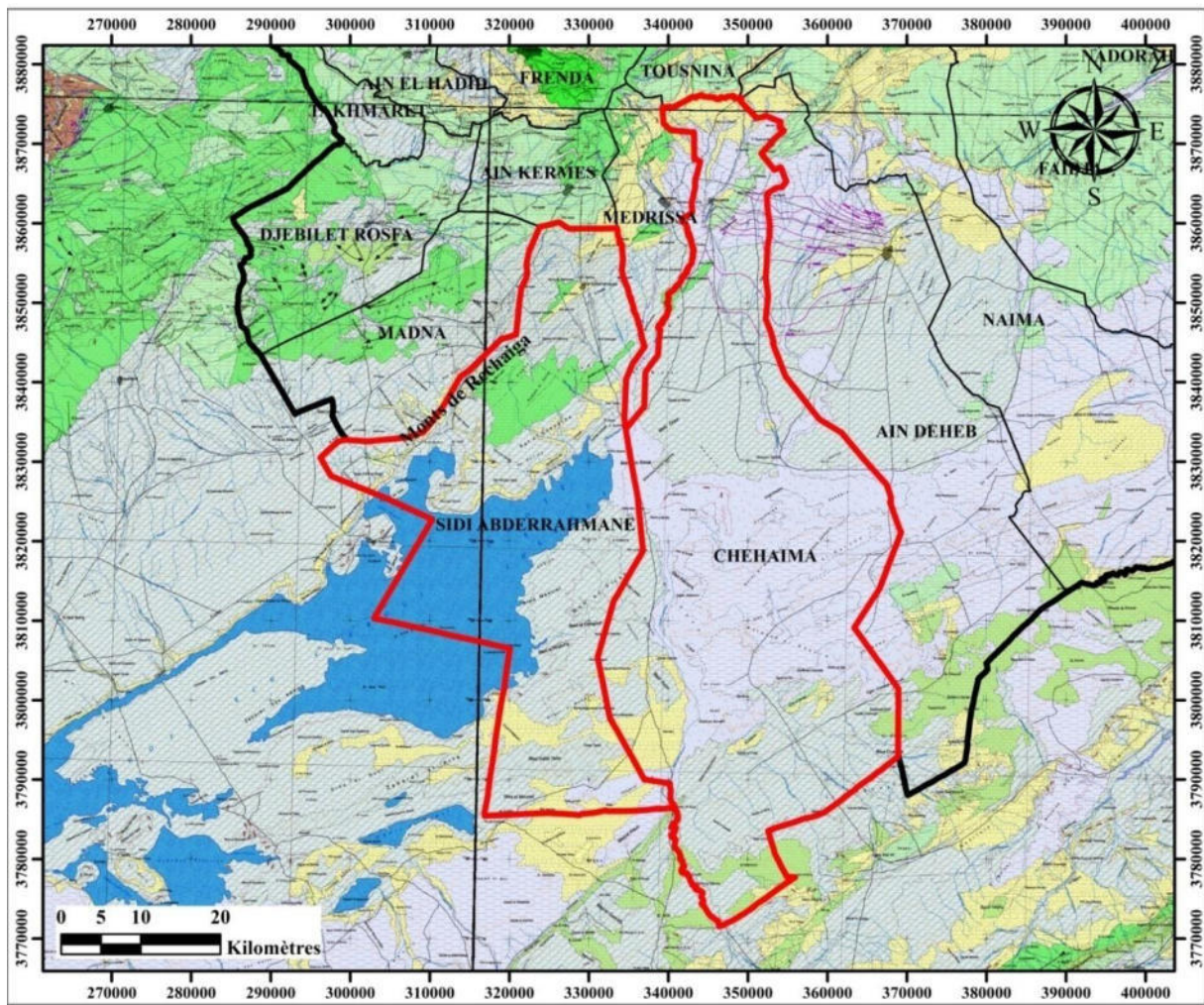


Figure 1 : L'extrait la carte hydrogéologique de la zone d'étude (ANRH., 2008).



## 2.2. Hydrogéologie et hydrologie :

Les caractéristiques du climat semi-aride et le taux d'humidité faible, se répercutent sur l'hydrographie de la zone. Il n'existe en effet pas de cours d'eau permanents. L'écoulement des oueds est temporaire.

Il ressort que dans notre zone d'étude la nappe du Plio-Quaternaire, du Sénonien et celle de l'Aaélo-Bajo-Bathonien sont les nappes les plus captées et exploitées.

**Alimentation/écoulement :** La réalimentation des nappes se fait par infiltration des eaux des pluies et de ruissellement des oueds, aussi, la disponibilité en eau souterraine est liée à la recharge de la nappe.

Au terme de cet aperçu de la géologie et de l'hydrogéologie locale, il y a lieu de retenir que la mobilisation des eaux superficielles pour l'activité agricole est pratiquement impossible en raison de l'absence de site favorable à l'implantation d'ouvrages hydrauliques. Le recours à la mobilisation des eaux souterraines par forage devient obligatoire.

### 2.2.1. Les eaux superficielles :

La zone de sud-ouest de Tiaret est située dans une zone caractérisée par l'insuffisance des précipitations et des écoulements ce qui signifie que les ressources en eau superficielle sont faibles, et qui nous oblige de recourir à l'exploitation des eaux souterraines pour satisfaire les besoins en eau.

### 2.2.2. Les eaux souterraines :

La zone de Sud-Ouest de Tiaret est située dans le champ captant de Chott Chergui. Les données de la direction des ressources en eau de wilaya de Tiaret (**DRE Tiaret, 2017**) montrent que ce champ captant concerne 05 wilayas (Tiaret ; El Bayadh; Saida; Naâma; Sidi Bel abbés).

Le débit du champ captant est estimé à 1750 L/s. Un transfert de 400 L/s à partir de ce champ existe déjà pour l'AEP d'un nombre d'agglomérations de la wilaya de Tiaret (Sidi Abderahmane, Madna, Rosfa, Ain kermès et Frenda), de la ville de Saida mais aussi du périmètre agricole de Zraguet (Wilaya de Saida). Ce champ captant alimente également en eau potable les communes d'Ain Dheb, Chehaima et Medrissa.

#### a- Les nappes superficielles :

Les ressources en eau des nappes superficielles dépendent des précipitations pour leur recharge. La zone d'étude est située dans une zone relativement faible en ressource météorique, avec comme corollaire la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, ce qui contraint à recourir aux nappes profondes pour un développement agricole durable.

**b – Les nappes profondes :**

Dans la zone d'étude, le réservoir aquifère existant le plus exploité est celui du Chott Chergui, Les forages existants dans la zone d'étude sont répertoriés dans le tableau suivant :

**Tableau N°16 : Caractéristiques des forages au niveau des communes de Sidi Abderahmane et Chehaima. (DRE de Tiaret, 2021)**

Daira	Commune	Le lieu dit du forage	Nom du forage	Débit mob (m <sup>3</sup> /j)	Débit mob (l/s)	Débit exp (l/s)
Ain Dheb	CHEHAIMA	MOUGOULOANE	F. MOUGOULOANE F1 Bis	691,2	8	4,5
		CHEHAIMA	F. CHEHAIMA F2 BIS	864	10	8
			F.F4	993,6	11,5	8
Ain Kermes	SIDI ABDEL RAHMANE	OUM HADJAR	F.OUM HADJAR F1	777,6	9	8
			F.OUM HADJAR F2	864	10	9
		HASSI KHNIGUET	F. HASSI KHNIGUET F1	2160	25	15
			<b>F. HASSI KHNIGUET F2</b>	2160	25	0
		SIKRANA	F.SIKRANA	432	5	3
		SIDI ABDEL RAHMANE	<b>F.MAQUAM HADJ EL ARBI</b>	9504	110	0
	BRAHMI MUSTAPHA DOUCHE		33,696	0,39	0,39	
	KADDOURI DERKAOUI HAMMAM DOUCHE		55,296	0,64	0,64	
	CHOTT CHERGUI	AIN TIDDES 1	6912	80	101	
		<b>AIN TIDDES 2</b>	6912	80	0	
		<b>AIN TIDDES 3</b>	6912	80	0	
		<b>AIN TIDDES 4</b>	6912	80	0	
		<b>AIN TIDDES 5</b>	6912	80	0	
	<b>TOTAL</b>				<b>53095,392</b>	<b>614,53</b>

D'après la direction de ressources en eau on récupère le tableau ci-dessus qui montre l'état de la production mensuelle d'eau souterraine du mois de mai 2021, nous avons remarqué que les forages sont caractérisés par des débits exploitables varient entre 0,39 à 101 l/s et certains forages ne fonctionnent pas en fonctionnement actuellement comme le forage de Ain Tiddes (2, 3, 4,5) et Hassi Khniguet F2.

Cela est dû à la baisse des niveaux d'eau et à la surexploitation de ces forages.

**Conclusion**

De point de vue hydrogéologique, la partie Sud-Ouest de Tiaret qui comporte la région Chehaima–Sidi Abderahmane est caractérisée par la présence de deux types de nappes, une nappe superficielle dépend des précipitations pour leur recharge. La zone d'étude est située dans une zone relativement faible en ressource météorique, avec comme corollaire la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, et une autre nappe profonde présentant des potentialités hydriques importantes.

L'existence de forages productifs au niveau de la zone d'étude à des débits acceptables, est un indicateur des possibilités de mobilisation de la ressource en eau souterraine, qui conforte l'option de mise en valeur des terres agricoles de la région.

## ***Chapitre IV***

### ***Etude hydrochimique***

---

***Contribution à l'étude hydrogéologique et hydro chimique des ressources en eau souterraine du Chott Chergui : Cas de la région de Sidi Abderahmane-Chehaima (La partie Sud-Ouest de la wilaya de Tiaret)***

## **Introduction :**

Le but de cette étude hydro-chimique est de déterminer les caractéristiques physico-chimiques des eaux et d'étudier la qualité des eaux souterraines vis-à-vis de la potabilité et leur aptitude à l'irrigation.

Pour cela, un certain nombre des diagrammes ont été élaborés et qui serviront de base pour l'interprétation des résultats des analyses physico-chimiques.

L'objectif de notre travail est l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la région de Sidi Abderahmane et Chehaima dans la wilaya de Tiaret.

## **1. Echantillonnage :**

L'étude a été menée sur des échantillons des eaux souterraines pour l'analyse provenant de 06 forages (**voir Fig. 25** et **annexe N°04**), dans la zone d'étude réalisée dans le laboratoire de l'ADE de Tissemsilt pour la période Mai 2021. Et plus 03 forages réalisés par laboratoire de l'ADE Chlef pour la période mars 2020.

Les échantillons ont été prélevés jusqu'à débordement dans des flacons en polyéthylène, rincés avec de l'eau distillée, puis avec l'eau à échantillonner puis bouchonnés et immédiatement mis dans une glacière et transportés vers le laboratoire d'analyse.

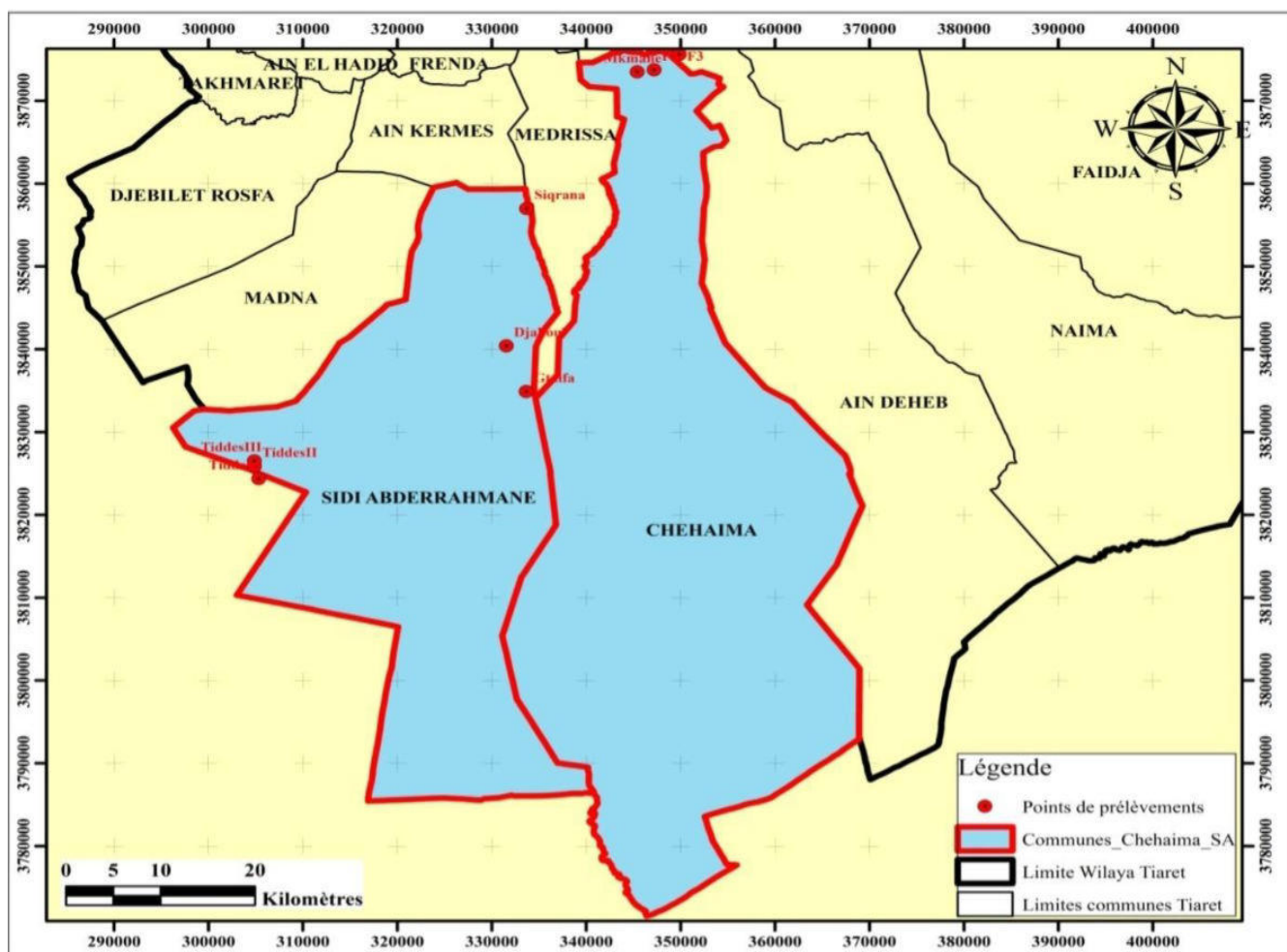


Figure N° 25 : Répartition des points de prélèvement dans la zone d'étude

#### ➤ Les paramètres physiques :

Plusieurs analyses disponibles sont utiles pour déterminer la potabilité de l'eau, le forfait d'analyse de base de l'eau potable comprend l'analyse de température, du pH, conductivité électrique, La turbidité, La salinité par : **le pH-mètre et conductimètre et turbidimètre et thermomètre**

#### ➤ Les paramètres chimiques :

- Les cations:  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$
- Les anions:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^-$ .
- Les paramètres  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Cl}^-$ , sont dosés par titrage volumétrique.
- Les paramètres  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^-$ , par le spectrophotomètre U.V. - Les paramètres  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  par le spectrophotomètre à flamme.

Pour bien interpréter ces analyses, on utilise les courbes, les histogrammes et les diagrammes qui peuvent mettre en évidence la répartition spatiale des différents éléments chimiques et leur origines ;

La qualité des eaux souterraines de la région d'études est évaluée grâce à la mesure de certains paramètres physico- chimiques reflétant la qualité d'eau

Elle est déterminée en comparant les résultats avec les normes algériennes de potabilité (Tab.17 et 18)

**Tableau N°17** : Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine avec valeurs limites (Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.)

Groupe de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur limite
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Ammonium	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	1
	Fer total	mg/l	0,3
	Fluorures	mg/l	1,5
	Manganèse	µg/l	50
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0,2
	Oxydabilité	mg/l O <sub>2</sub>	5
	Phosphore	mg/l	5
	Acrylamide	µg/l	0,5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre	mg/l	2
	Cyanure	µg/l	70
	Mercure	µg/l	6
	Nickel	µg/l	70
	Plomb	µg/l	10
Sélénium	µg/l	10	
Zinc	mg/l	5	

**Tableau N°18** : Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine avec valeurs indicatives (Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.)

Groupe de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur limite
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 12°C	Taux dilution	4
	Saveur à 25°C	Taux dilution	4
Paramètres physico-chimique en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	500
	Calcium	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	200
	Chlorures	mg/l	500
	Concentrations des ions d'Hydrogène	Unité pH	≥ 6,5 et ≤ 9
	Conductivité à 20°C	µS/cm	2800
	Dureté	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	200
	Potassium	mg/l	12
	Résidu sec	mg/l	1500
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
Température	°C	25	
Paramètres microbiologiques	<i>Escherichia Coli</i>	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries sulfito-réductrices y compris les spores	n/100ml	0

## 2. Paramètres physico-chimiques :

### 2.1. Interprétation des Paramètres physiques:

#### 2.1.1 Température (T°C) :

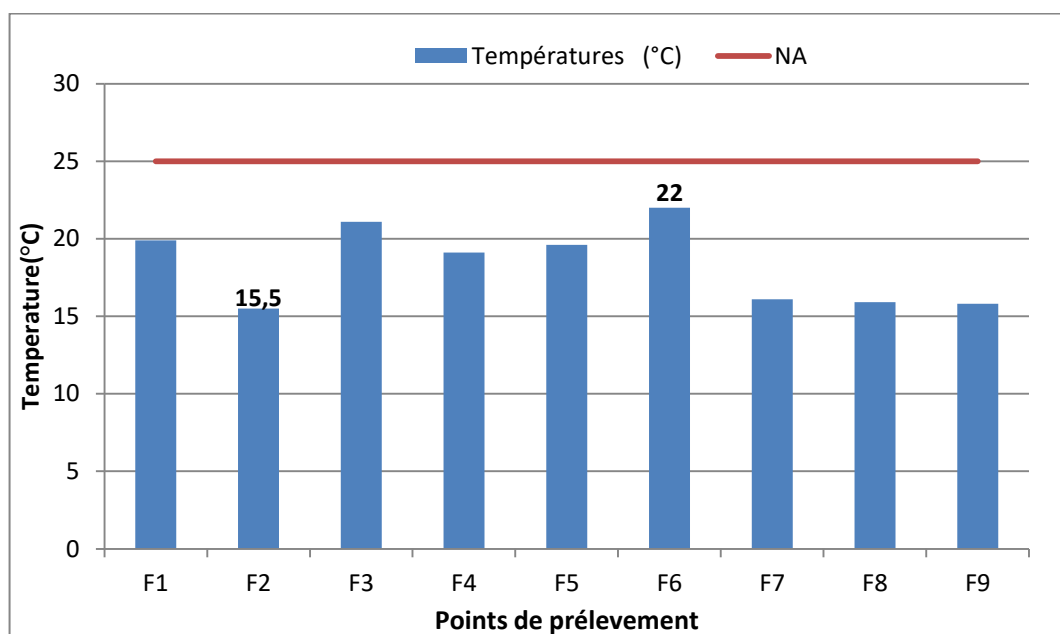
C'est l'un des facteurs qui influence sur la vitesse des réactions chimiques et joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique et surtout bactérien Ceci vient du fait qu'elle affecte les propriétés physiques et chimiques de celle-ci ; en particulier sa densité, sa viscosité, la solubilité de ses gaz (notamment celle de l'oxygène) (in Mahfouf F., 2015).

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau N°19** : Résultats obtenues de la température (°c) des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Température (°C)	19,9	15,5	21,1	19,1	19,6	22	16,1	15,9	15,8





**Figure N°26:** Histogramme de la variation de la température (°C) des points de prélèvement de la zone d'étude

En rapport avec les normes de potabilités de l'eau fixées par l'Algérie, l'eau est : excellente lorsque la température varie entre 20 et 22°C ; passable lorsque la température oscille dans l'intervalle de 22 à 25°C ; médiocre lorsqu'elle est comprise entre 25 et 30°C. (Rodier, 2005) (In BelhakemA., 2015)

La température mesurée dans les échantillons d'eau de la zone étude varie entre 15,5°C minimums et 22°C maximum, Ces valeurs dans l'intervalle de 20 à 22°C, ceci pourrait signifier comparativement à ces normes, que les eaux analysées sont excellentes.

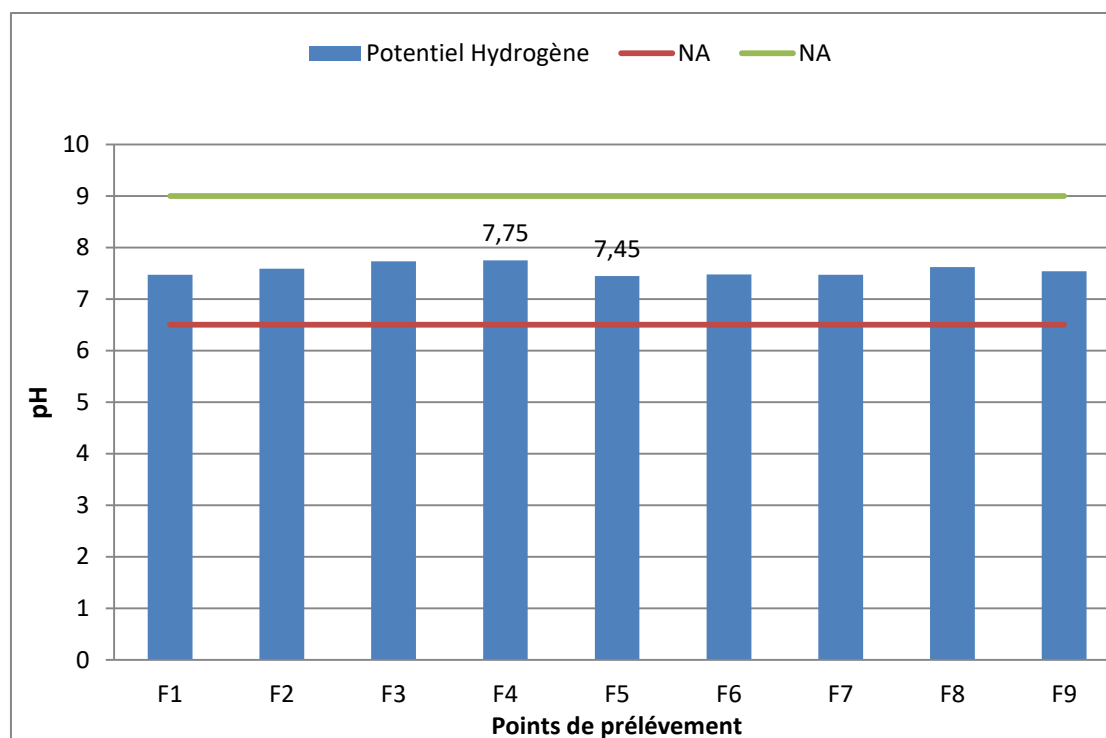
### 2.1.2 Potentiel d'Hydrogène (pH) :

Le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques entre l'eau, le gaz carbonique dissous, les carbonates et les bicarbonates qui constituent des solutions tamponnées conférant à la vie aquatique un développement favorable. Dans la plupart des eaux naturelles.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-après :

**Tableau n°20** : Résultats de mesure du pH des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
pH	7,47	7,59	7,73	7,75	7,45	7,48	7,47	7,62	7,54



**Figure N°27**: Histogramme des résultats du pH des points de prélèvement

Le pH est compris habituellement entre **6,5 et 9** selon les normes algériennes. Dans le cas de la région d'étude, les valeurs du pH des eaux des forages varie entre un minimum de l'ordre de **7,45** observé au **forage F5 (Gtaifa)** et un maximum de **7,75** au **forage F4 (Siqrana)**, ces valeurs sont conformes aux normes algériennes de l'eau de consommation humaine (**6,5 < pH < 9**).

### 2.1.3 La conductivité électrique :

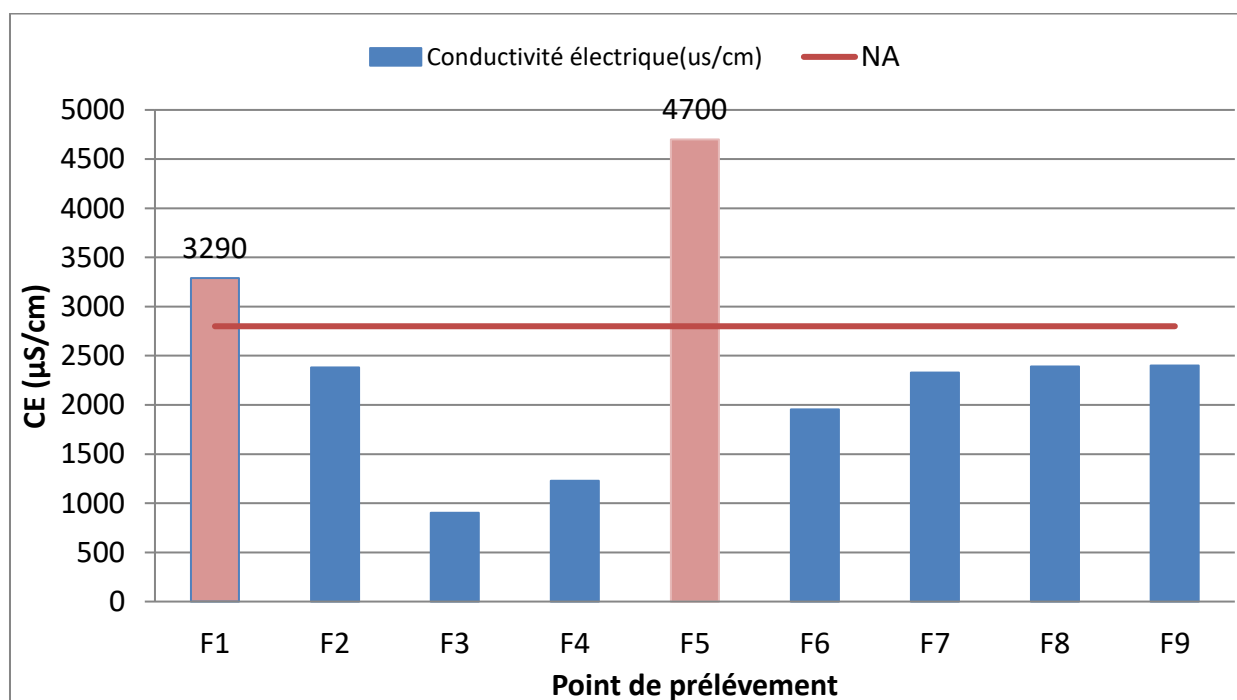
La conductivité électrique permet d'avoir une idée de la salinité de l'eau. Une conductivité élevée traduit soit des pH anormaux, soit une salinité élevée. Pour l'eau la norme est de 2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

- 50 à 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  : qualité excellente.
- 400 à 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  : bonne qualité.
- 750 à 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  : qualité médiocre mais eau utilisable.
- >1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  : minéralisation excessive.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau N°21** : Résultats de mesure de CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) des points de prélèvements.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	3290	2380	902	1230	4700	1956	2330	2390	2400



**Figure N°28** : Histogramme des résultats de la conductivité électrique en ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) des points de prélèvement

Les eaux de la zone d'étude varient entre 902 et 4700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , les forages F3 et F4 entre (750 à 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) : Qualité médiocre mais eau utilisable.

Les forages (F1, F2, F5, F6, F7, F8 et F9) sont supérieurs à **1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$**  : ce qui indique une minéralisation excessive. Ce qui confirme le problème de salinité des eaux souterraines au niveau du bassin versant de Chott Chergui ou la zone d'étude fait partie qui est due principalement aux formations géologiques évaporitiques gypsifères caractérisant cette région.

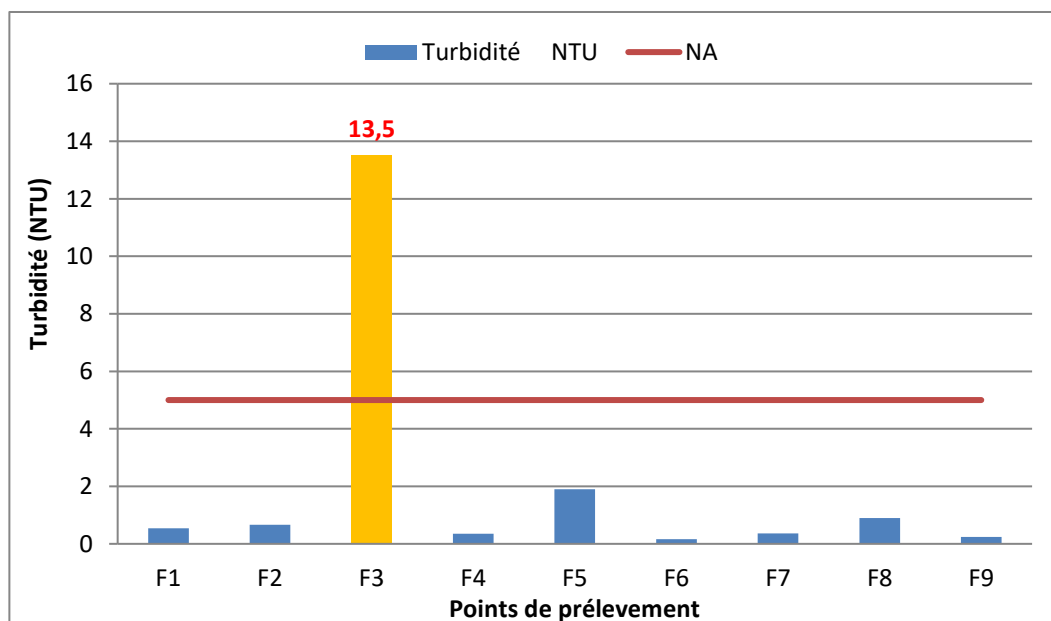
### 2.1.4 Turbidité :

Mesure de la transparence de l'eau calculée en fonction de la proportion de la lumière bloquée par l'eau trouble.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-après :

**Tableau N°22:** Résultats de mesure de la turbidité (NTU) des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Turbidité (NTU)	0,54	0,66	13,5	0,35	1,9	0,16	0,36	0,9	0,24



**Figure N°29:** Histogramme des résultats de la turbidité (en NTU) des points de prélèvement.

On remarque que l'eau du forage F3 est très trouble dans la zone étude la valeur très élevée de la turbidité dépassant la norme algérienne de potabilité fixée à (**5 NTU**) par contre dans les forages (**F1, F2, F4, F5, F6, F7, F8 et F9**) l'eau est très claire.

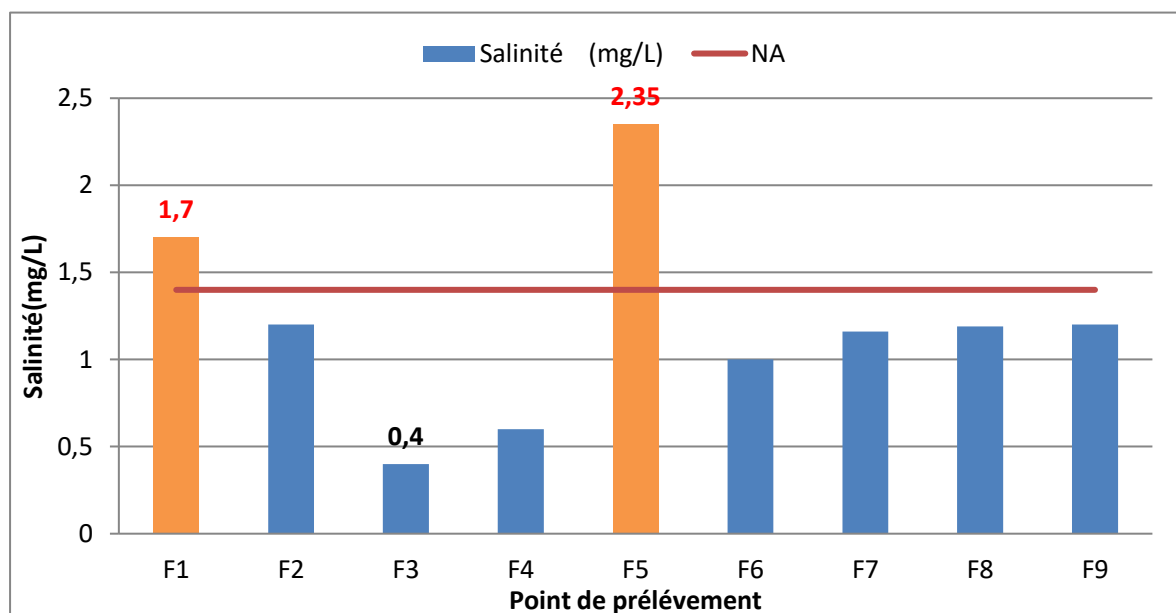
Le forage **F3** est trouble parce que lors du prélèvement, la pompe pompait du sable avec de l'eau.

### 2.1.5. Salinité :

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau N°23** : Résultats de la Salinité (mg/l) des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Salinité (mg /l)	1,7	1,2	0,4	0,6	2,35	1	1,16	1,19	1,2



**Figure N°30**: Histogramme des résultats de la Salinité (mg/l) des points de prélèvement

D'après les résultats d'analyse dans la figure ci-dessus, on observe que la valeur maximale de la salinité est l'eau des forages (**F1 et F5**) dépassent les normes algériennes avec une valeur de (**1,7 et 2,35mg/l**) ce qui implique une forte minéralisation de ces eaux qui traduit la forte teneur en sels minéraux, et d'une valeur entre (**0,4 et 1,2 mg/l**) pour les forages (**F2,F3,F4,F6,F7,F8,F9**) et les six points de prélèvement ne dépassent pas les normes algériennes (**1,4 mg/l**).

## 2.2 Les paramètres chimiques :

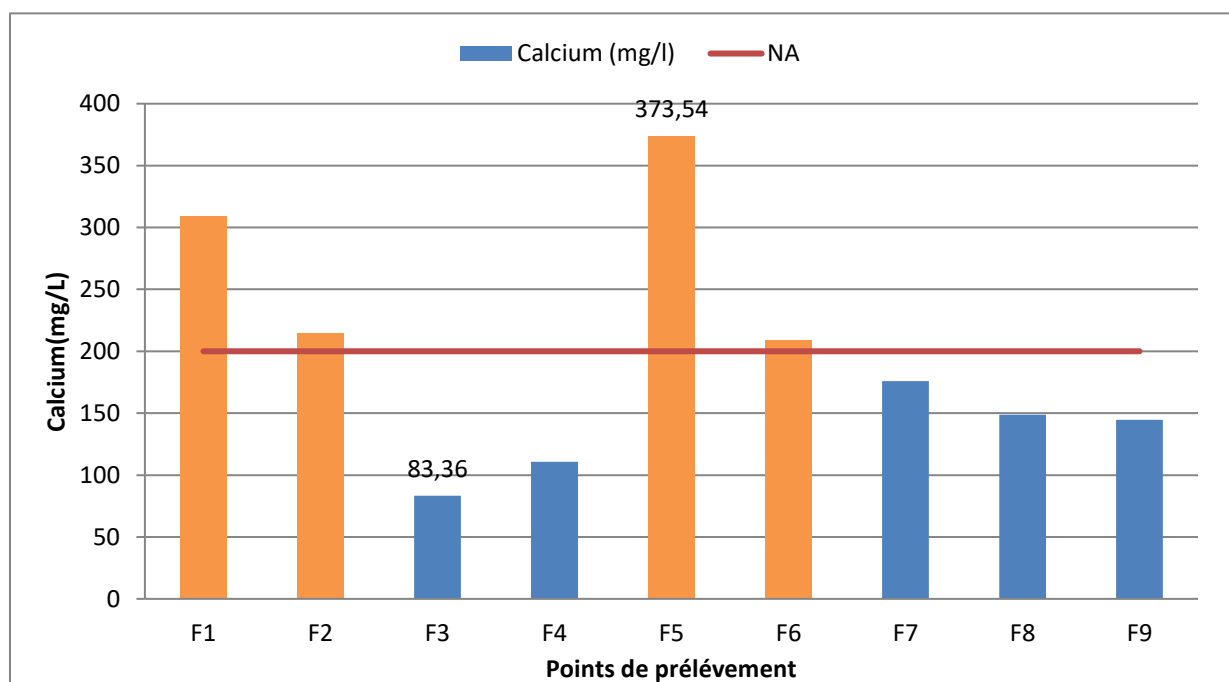
### 2.2.1 Le Calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) :

Le calcium est un élément qui constitue la dureté de l'eau, la norme algérienne exigée est inférieure à **200 mg/l**. Les eaux potables de **bonne qualité** renferment de **100 à 140 mg/l** de Calcium, sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés carbonatés et évaporitiques. (in Belhakem A. et , 2015).

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°24:** Résultats de dosage du Calcium (mg/l) des points de prélèvement

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Calcium (mg/l)	308,61	214,82	83,36	110,62	373,54	209,21	176,03	148,64	144,73



**FigureN°31 :** Histogramme des résultats du Calcium (mg/l) des points de prélèvement.

Les teneurs en calcium des eaux analysées de la zone d'étude des forages (F1 ,F2,F5,F6) sont toutes supérieure à la concentration maximale admissible qui est de **200 mg/l** édictée par les normes algériennes (N.A) pour l'eau non potable par contre les forages (F3,F4,F7,F8,F9) contient la teneur en calcium conforme aux normes algériennes de l'eau potable .

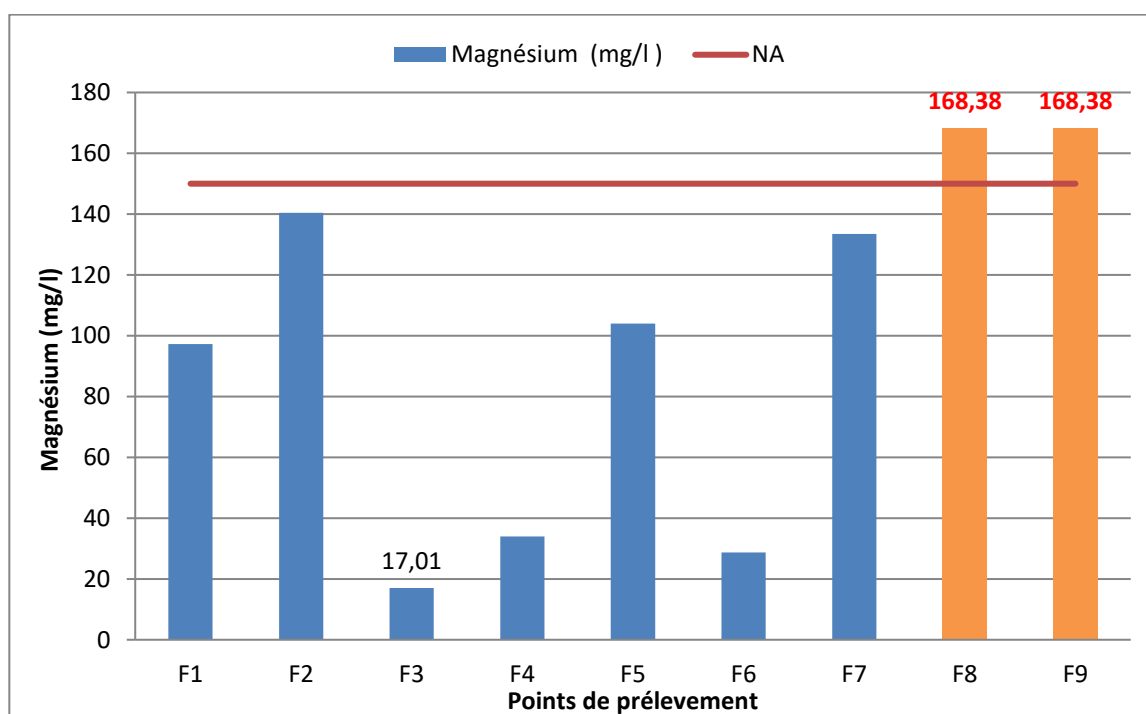
### 2.2.2 Magnésium ( $Mg^{+2}$ ) :

Il constitue environ 2.1% de l'écorce terrestre, la plupart de ses sels sont très solubles dans l'eau. La teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées (calcaires dolomitiques, dolomies de Trias...).

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N° 25:** Résultats de dosage du Magnésium (mg/l) des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Magnésium (mg/l)	97,2	140,45	17,01	34,02	104	28,67	133,44	168,38	168,38



**Figure N°32 :** Histogramme des résultats du Magnésium (mg/l) des points de prélèvement

D'après les résultats obtenus, Nous remarquons que les teneurs en magnésium varient entre **17,01 à 168,38 mg/l** pour les neuf points de prélèvement.

Les valeurs des forages (**F1, F2, F3, F4, F5, F6 et F7**) répondent aux normes algériennes des eaux potables qui sont fixées à **150 mg/l**, Par contre les forages (**F8 et F9**) dépassent les normes algériennes de potabilité des eaux avec la valeur **168.38 mg/l**. Ces concentrations élevées en Magnésium sont dues aux formations géologiques constituant la

zone non saturée et saturé de l'aquifère de la région telles que : les calcaires dolomitiques et les dolomies.

### 2.2.3 La Dureté (TH) :

C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, des chlorures et des sulfates de calcium et de magnésium, détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus ou moins l'eau savonneuse de mousser . Elle est mesurée par la somme des concentrations en degré de calcium et de magnésium et s'exprime par le titre hydrométrique (TH). L'unité du titre hydrométrique est le milliéquivalent par litre (ou le degré français °F). (in **Belhakem A. et Salah A., 2015**)

Le TH peut subdiviser en TCa (titre calcique) et TMg (titre magnésien) :  $TCa + TMg = TH$  en fonction de leur dureté totale, les eaux peuvent être classées suivant les indicateurs du tableau suivant : (**Tableau N°26**)

**Tableau N°26** : Classification de l'eau selon la dureté totale (**Berne F. et Cordonnier J., 1991**).

La dureté totale (TH)		Qualités de l'eau
°F	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	
0 à 7	0 à 70	Eau très douce
7 à 15	70 à 150	Eau douce
15 à 25	150 à 250	Eau légèrement douce
25 à 32	250 à 320	Eau moyennement dure
32 à 42	320 à 420	Eau dure
Supérieur à 42	Supérieur à 420	Eau très dure

L'interprétation des résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau N°27**: Résultats et classification de la dureté totale des points de prélèvement

Les forages	TH (mg/l) de CaCO <sub>3</sub>	TH (°F)	Qualité de l'eau
Mkmane	117,7	11,77	Eau douce
F2	112,2	11,22	Eau douce
F3	27,93	2,793	Eau très douce
Siqrana	41,03	4,103	Eau très douce
Gtaifa	136,7	13,67	Eau douce
Djalloul	64,25	6,425	Eau douce
TiddesI	97,6	9,76	Eau douce
TiddesII	106,38	10,638	Eau douce
TiddesIII	105,4	10,54	Eau douce



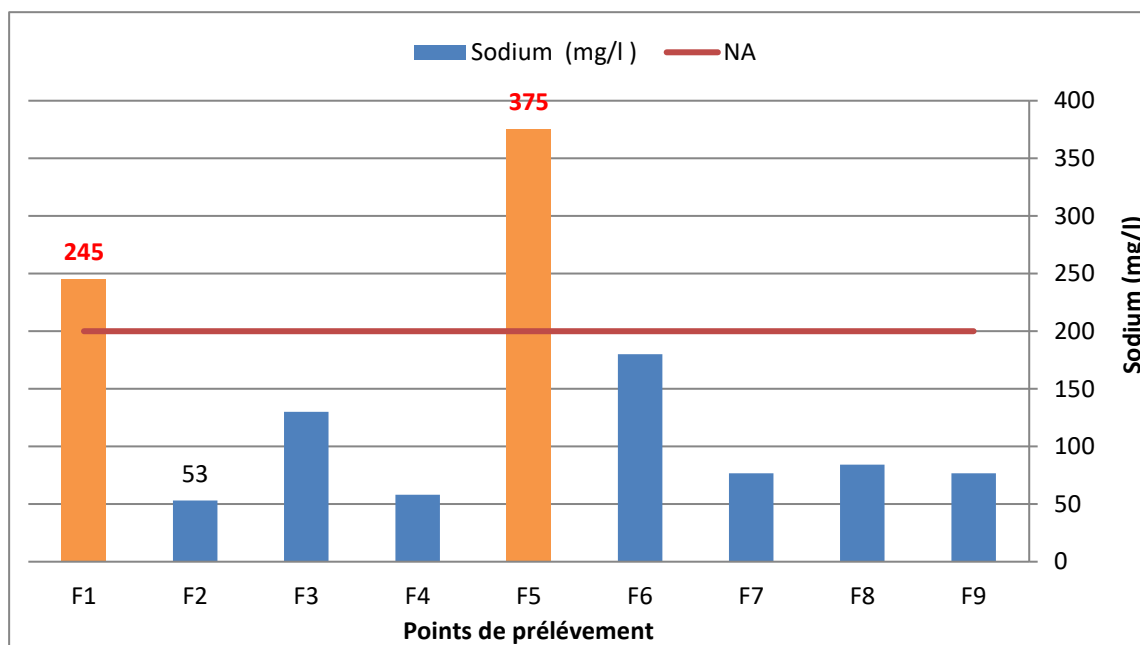
### 2.2.4 Le Sodium ( $\text{Na}^+$ ) :

Le sodium est un élément très importants dans et qui jouée un rôle de diminuer la dureté d'une eau, la norme de l'Algérie exigée est inférieure à **200 mg/l**.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau N°28:** Résultats de mesure de Sodium (mg/l) des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Sodium (mg/l)	245	53	130	58	375	180	76,6	84,2	76,6



**Figure N°33 :** Histogramme des résultats des analyses des Sodium (mg/l) des points de prélèvement.

Les résultats concernant le dosage de sodium dans l'eau des forages de la zone étude ont montré que toutes les valeurs des forages (**F2, F3, F4, F6, F7, F8, F9**) sont inférieures aux normes locales (N.A), l'échantillon de forages (**F1 et F5**) dépasse les normes algériennes (N.A) pour l'eau non potable (**245 et 375 mg/l**).

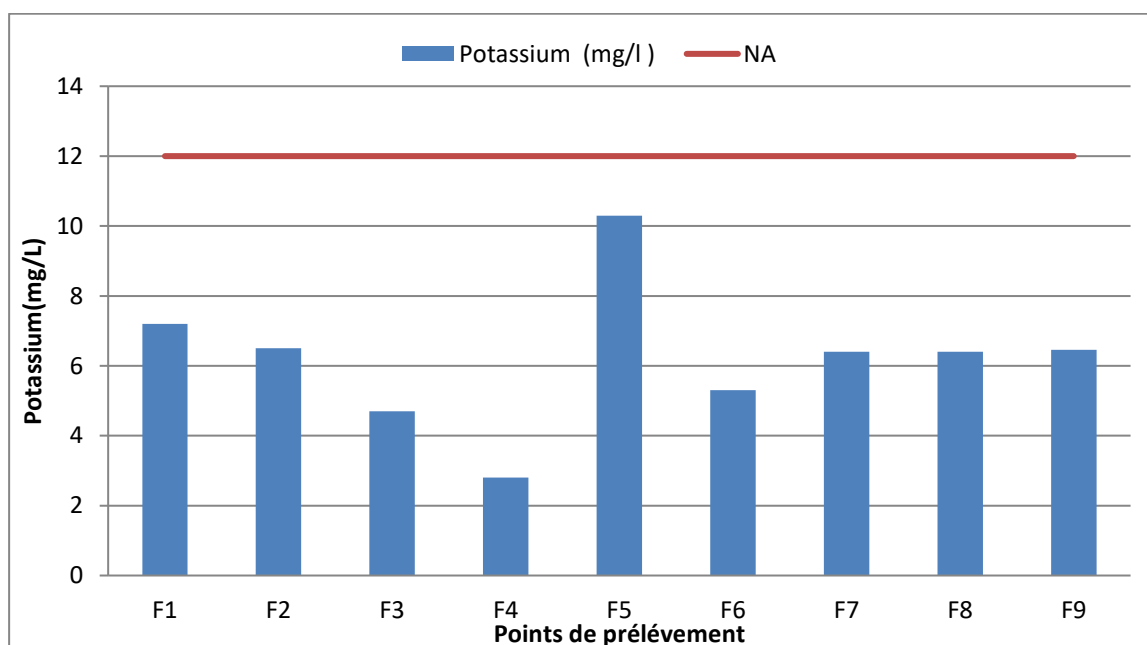
### 2.2.5 Le Potassium (K<sup>+</sup>) :

Le potassium est un élément très importants dans et qui jouée un rôle de diminuer la dureté d'une eau, la norme algérienne exigée est inférieure à **12 mg/l**.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-après :

**Tableau N°29** : Résultats de dosage de Potassium (mg/l) des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Potassium (mg/l)	7,2	6,5	4,7	2,8	10,3	5,3	6,4	6,4	6,46



**Figure N°34** : Histogramme des résultats des analyses des Potassium (mg/l) des points de prélèvement

Les résultats concernant le dosage du Potassium dans l'eau des forages du sidi Abderahmane-Chehaima ont montré que toutes les valeurs de ce paramètre sont inférieures aux normes, l'eau du forage **F4(Siqrana)** possède la valeur la plus faible de l'ordre de **2,8 mg/l**, par contre l'eau du forage **F5 (Gtaifa)** possède la valeur la plus élevée avec **10,3 mg/l**.

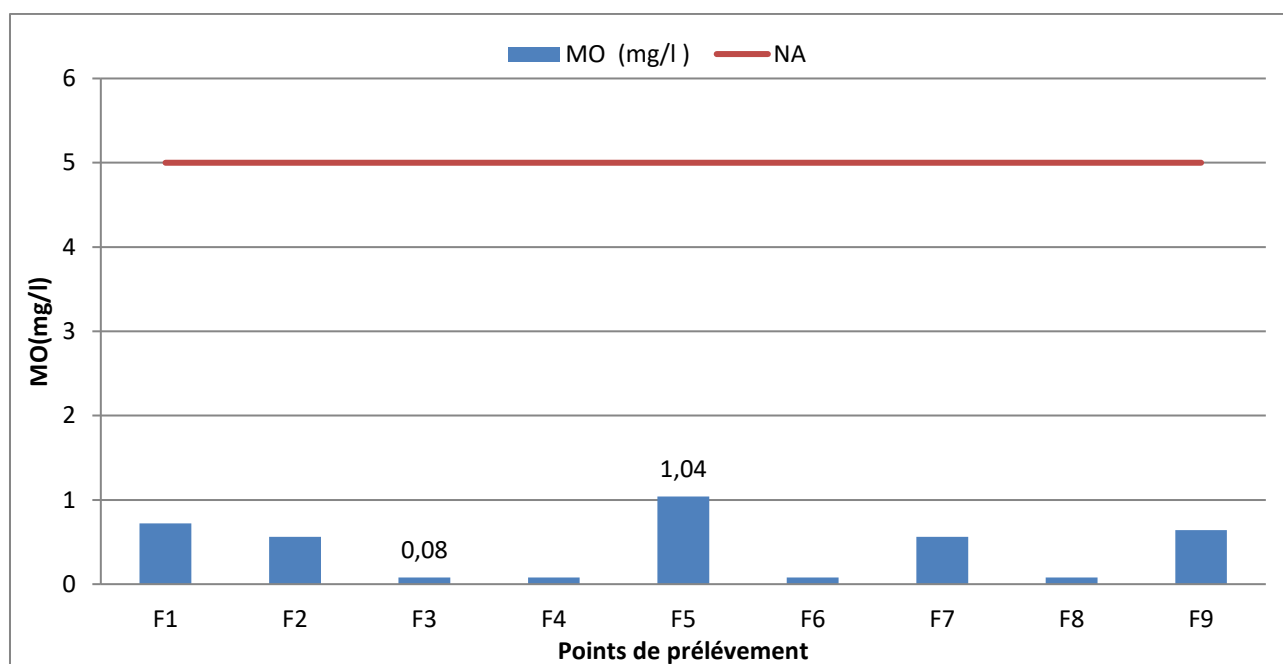
### 2.3.6. Les matières oxydables (MO) :

La matière oxydable exprimée en mg/l de carbone organique total est un paramètre important du contrôle sanitaire des eaux d'alimentation, la valeur limite à ne pas dépasser les **5 mg/l**. elle constitue l'essentiel de la partie biodégradable de la pollution organique rejetée. Pour l'éliminer, les bactéries présentes dans le milieu utilisent l'oxygène dissous dans l'eau. Des déversements importants de matière organique peuvent entraîner des déficits notables en oxygène dissous, perturbant ainsi l'équilibre biologique d'un cours d'eau. (in Chetioui H, 2015).

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°30:** Résultats de dosage de MO (mg/l) des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
MO (mg/l)	0,72	0,56	0,08	0,08	1,04	0,08	0,56	0,08	0,64



**Figure N°35 :** Histogramme des résultats des analyses de MO (mg/l) des points de prélèvement

Tous les forages ne dépassent pas les normes de l'eau de consommation humaine fixées à **5 mg/l**. Les valeurs varient entre **0.08mg/l** observé au niveau des forages F3 et F4 et **1.04mg/l** observé au niveau du forage **F5 (Gtaifa)**.

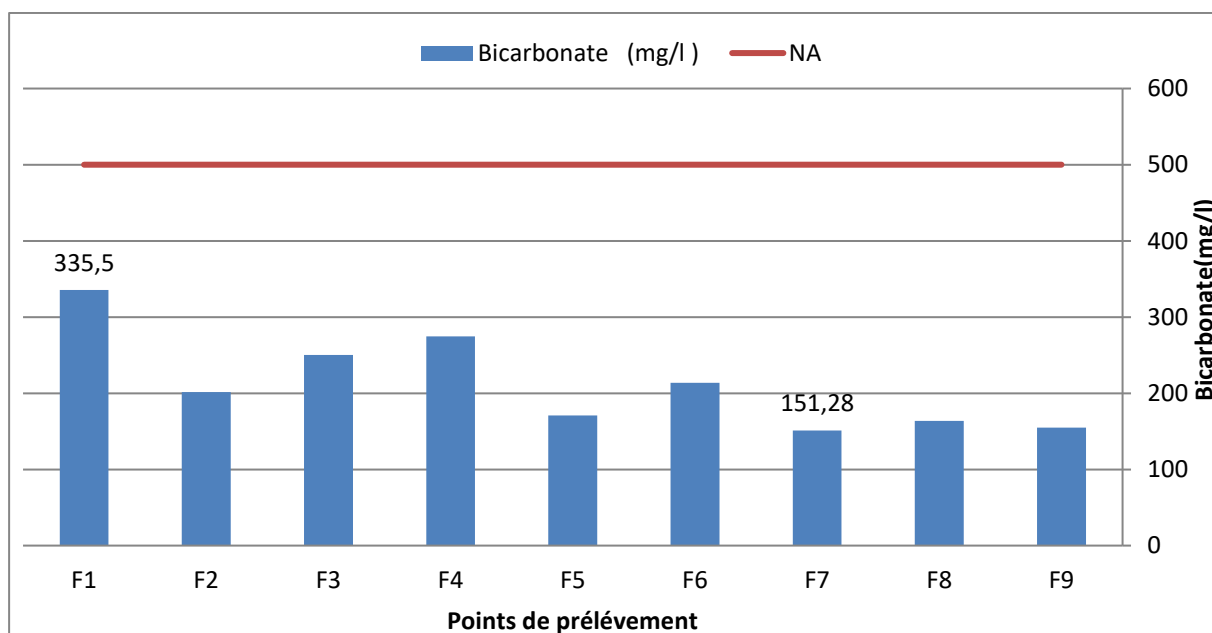
### 2.2.7 Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) :

L'ion bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du  $\text{CO}_2$  à partir des minéraux contenant des carbonates (**Rodier J, 2005**). La teneur des bicarbonates dans l'eau dépend des terrains traversés.

Les normes algériennes fixent la valeur pour ce paramètre à 500 mg de  $\text{CaCO}_3$ , les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau N°31** : Résultats de dosage de  $\text{HCO}_3^-$  (mg/l) de points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Bicarbonates (mg/l)	335,5	201,3	250,1	274,5	170,8	213,5	151,28	163,7	154,94



**Figure N°36** : Histogramme des résultats des analyses des Bicarbonates (mg/l) des points de prélèvement.

On remarque que les teneurs en bicarbonates ne dépassent pas les normes dans tous les points de prélèvement.

### 2.2.8 Chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) :

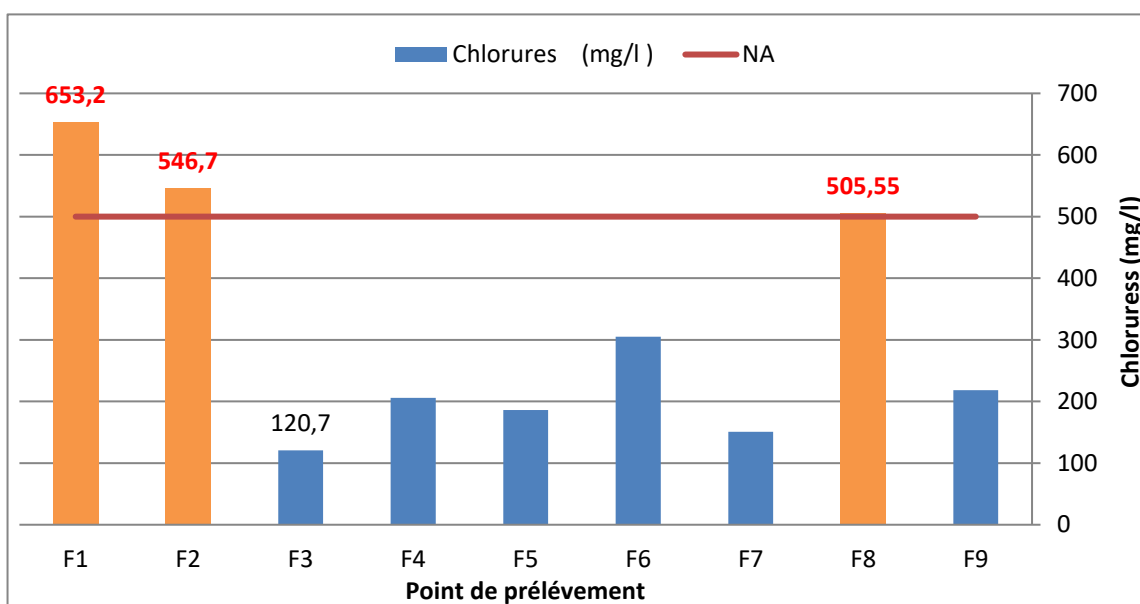
Cet élément est très répandu dans la nature. Sa teneur dans les eaux est très variable et liée principalement à la nature des terrains traversés. Selon les normes locales de la potabilité

des eaux, les chlorures doivent avoir une teneur inférieure à **500 mg/l** dans les eaux potables (N.A).

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-après :

**Tableau N°32** : Résultats de dosage de Cl<sup>-</sup>(mg/l) des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Chlorures (mg/l)	653,2	546,7	120,7	205,9	186,3	305,3	151,02	505,55	218,39



**Figure N°37** : Histogramme des résultats des Chlorures (mg/l) des points de prélèvement

Les teneurs en chlorures des eaux analysées de la zone d'étude des forages (F1, F2 et F8) sont toutes supérieures à la concentration maximale admissible qui est de **500 mg/l** édictée par les normes algériennes (N.A) de potabilité par contre les forages (F3, F4, F5, F6, F7 et F9) contiennent des teneurs en chlorures conformes aux normes algériennes de l'eau potable.

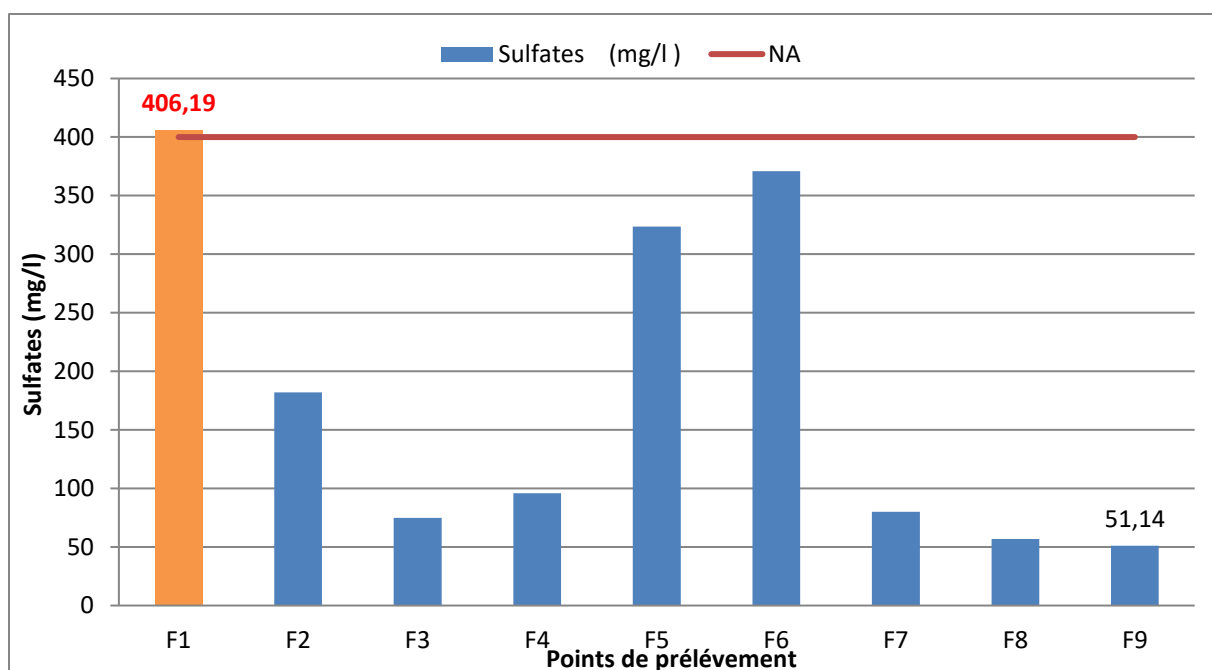
### 2.2.9 Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>):

Les sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) proviennent du ruissellement ou d'infiltration dans les terrains à gypse. Ils résultent également de l'activité de certaines bactéries, cette activité peut oxyder l'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S) toxique en sulfate ou aussi ils peuvent provenir des activités agricoles. (In Belhakem A. et Salah A, 2015)

Les normes algériennes fixent la valeur pour ce paramètre à **400 mg/l**, les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-après :

Tableau N°33 : Résultats de dosage de sulfates (mg/l) des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Sulfates (mg/l)	406,19	181,9	74,77	95,84	323,51	370,9	80,16	56,68	51,14

Figure N°38 : Histogramme des résultats des Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) des points de prélèvement

Les teneurs en Sulfate des eaux analysées de la zone d'étude des forages (F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8 et F9) sont toutes inférieures à la concentration maximale admissible qui est de **400 mg/l** édictée par les normes algériennes (N.A) pour l'eau potable par contre le forage (F1) a la teneur en sulfates supérieure aux normes algériennes de l'eau potable. L'excès de phosphate dans les eaux souterraines, Il peut s'agir des roches sulfureuses traversées (la géologie), d'infiltration d'eaux résiduelles ou le lessivage des terres cultivées renfermant des engrais phosphatés.

### 2.2.10 Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) :

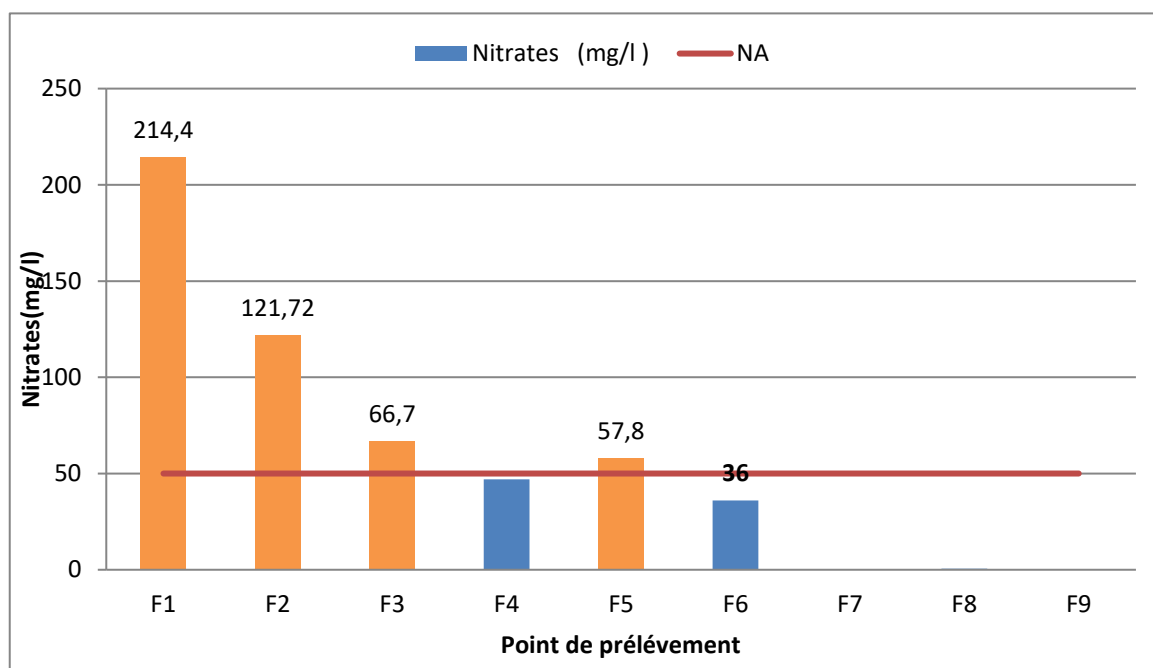
Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) sont des ions naturels présents partout dans l'environnement. Les sources de nitrates dans l'eau (en particulier les eaux souterraines) comprennent les matières animales et végétales en décomposition, les engrais agricoles, le fumier, les eaux usées domestiques et les formations géologiques contenant des composés azotés solubles.

Dans les eaux, la quantité des nitrates maximale admissible est fixée de **50 mg/l**.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau N°34** : Résultats de dosage des  $\text{NO}_3^-$ (mg/l) des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Nitrates (mg/l)	214,4	121,72	66,7	47	57,8	36	0	0,54	0



**Figure N°39** : Histogramme des résultats des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) en mg/l des points de prélèvement.

Les teneurs en nitrates des eaux analysées de la zone d'étude des forages (**F1, F2, F3 et F5**) sont toutes supérieures à la concentration maximale admissible qui est de **50 mg/l** édictée par les normes algériennes (**N.A**) pour l'eau potable.

Par contre les forages (**F4, F6, F7, F8 et F9**) qui ont des teneurs relativement faibles à nulles, qui oscillent entre **0.00mg/l** et **47 mg/l** en nitrates qui restent conformes aux normes algériennes de l'eau potable.

Les concentrations fortes sont dues probablement de l'activité agricole exercée dans la région d'étude (avec l'utilisation excessive des engrais agricoles) ou des eaux usées rejetés dans la nature sans aucun traitement préalable.

### 2.2.11. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ):

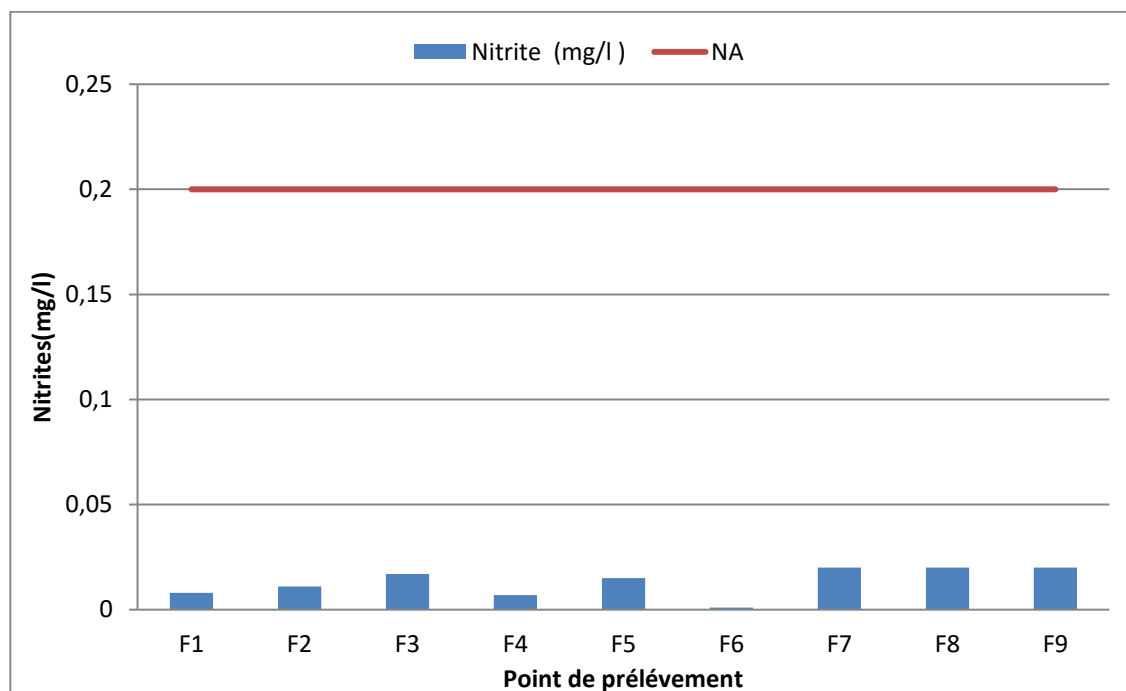
Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (Lepeltier S., 2005).

Chez les nourrissons, la réduction du nitrate en nitrite peut provoquer une méthémoglobinémie (inaptitude du sang à transporter l'oxygène) (Gaujourn. D., 1995).

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-après :

**Tableau N°35** : Résultats de dosage de  $\text{NO}_2^-$ (mg/l) des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Nitrites (mg/l)	0,008	0,011	0,017	0,007	0,015	0,001	0,02	0,02	0,02



**Figure N°40** : Histogramme des teneurs en nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) (mg/l) des points de prélèvement

D'après l'historgramme de la figure n° 40, on remarque que la totalité des échantillons sont inférieurs à la norme algérienne de l'eau potable qui est fixée à **0,2 mg/l**.

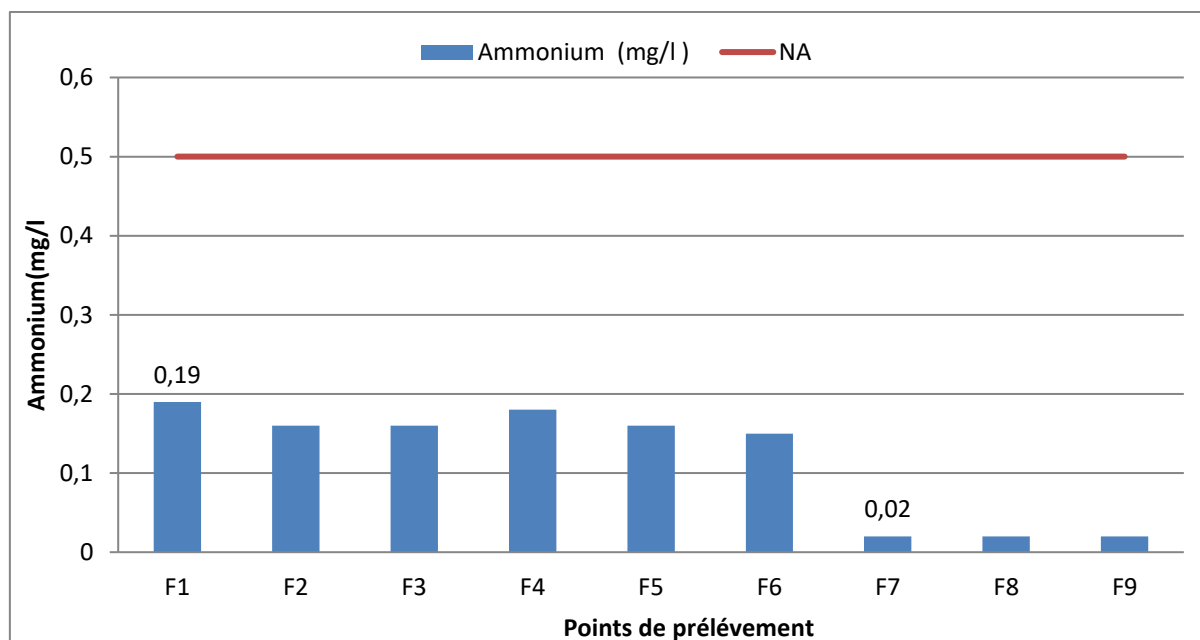


### 2.2.12. Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) :

L'ammonium est un radical monovalent agissant comme un métal alcalin dans les sels ammoniacaux ; C'est la forme d'azote la plus toxique. Les concentrations mesurées sont indiquées dans le tableau suivant :

**Tableau N°36** : Résultats de dosage de  $\text{NO}_2^-$  (mg/l) des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Ammonium (mg/l)	0,19	0,16	0,16	0,18	0,16	0,15	0,02	0,02	0,02



**Figure N°41** : Histogramme des résultats d'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) (mg/l) des points de prélèvement

Tous les forages ne dépassent pas les normes algériennes de consommation humaine, avec le forage **F1 (Mkman)** qui a la teneur la plus élevée avec **0.19mg/l** et le forage **F7** qui a la teneur la plus faible avec **0.02 mg/l**.

### 2.2.13 Les phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) :

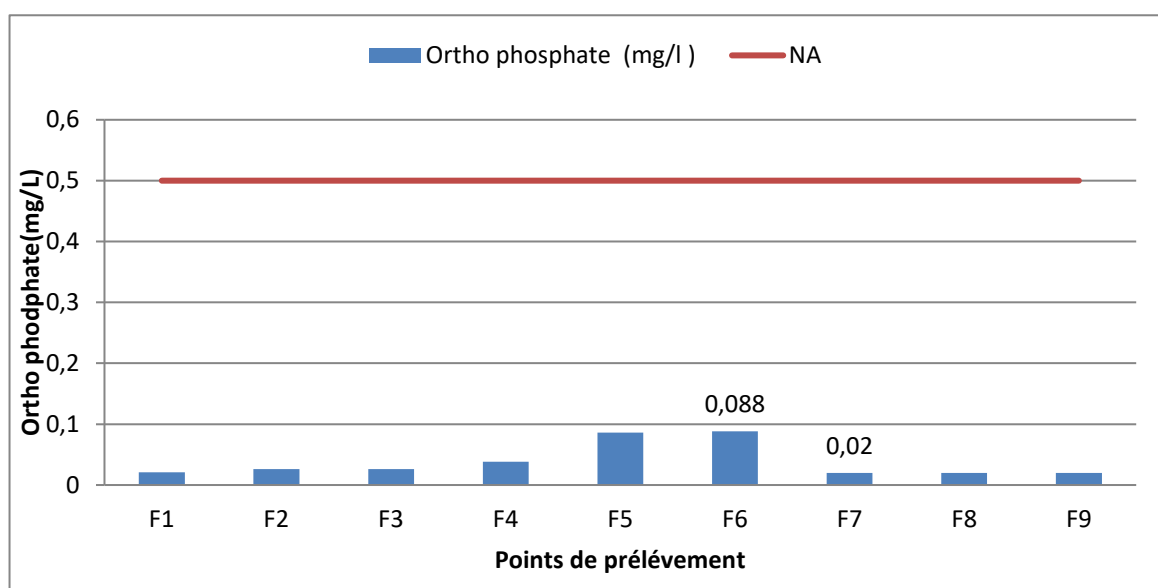
Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières. S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérés

comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goût et coloration (Rodier J., 2005).

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°37** : Résultats de dosage de phosphates (mg/l) des points de prélèvement.

Les forages	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
$\text{PO}_4^{3-}$ (mg/l)	0,021	0,026	0,026	0,038	0,086	0,088	0,02	0,02	0,02



**Figure N°42**: Histogramme des teneurs en phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) en mg/l des points de prélèvement.

Les valeurs trouvées pour les teneurs en phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) des points de prélèvement sont très faibles variées entre **0,02** et **0,088**. Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui est fixée à **0,5mg/l**.

### 3. Détermination du faciès chimique des eaux des points de prélèvement :

Les résultats des éléments majeurs (cations et anions) sur le diagramme de Piper (Figure N°43) permet de déterminer les faciès chimiques des eaux souterraines de la zone d'étude.

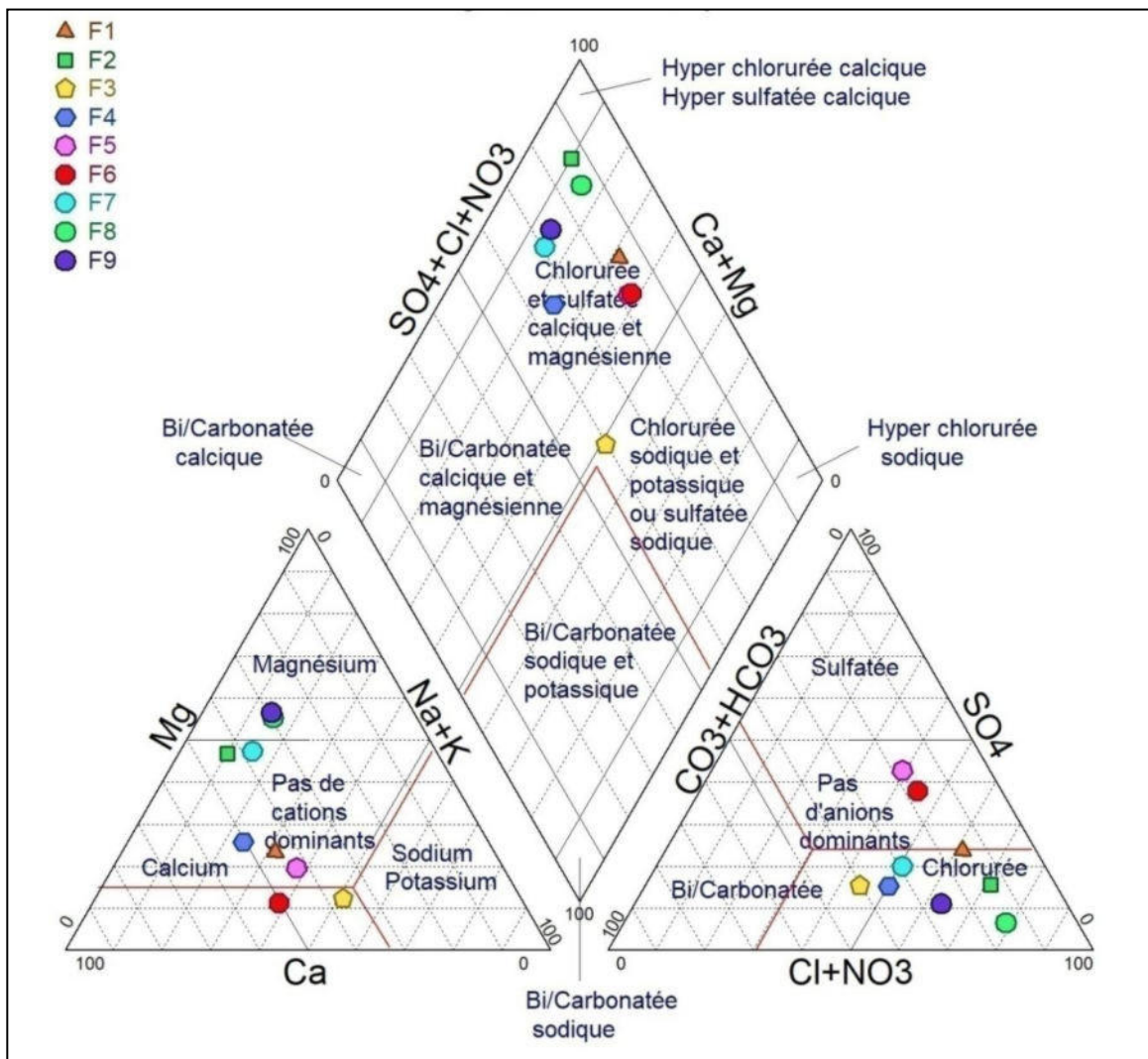


Figure N°43 : Diagramme de Piper des points de prélèvement de la zone d'étude.

Le diagramme de Piper de la figure ci-dessus montre que les eaux des huit points de prélèvement: F1, F2, F4, F5, F6, F7, F8 et F9 appartiennent essentiellement à la famille **Chlorurée et sulfates calcique et magnésienne**.

Et les eaux du forage F3 appartiennent à la famille **Chlorurée sodique et potassique ou sulfaté sodique**.

Ce faciès qui caractérise les eaux souterraines de la région d'étude, il est à l'origine des formations géologiques traversées surtout les calcaires et dolomies et parfois des formations évaporitiques gypsifères par endroit.

### 3.1 Aptitude des eaux de la zone d'étude à l'irrigation :

#### 3.1.1 Le risque de salinité :

A côté de la rareté et la répartition temporelle défavorable du facteur de production eau, la salinité est devenue une problématique typique des régions arides et semi-arides. L'accumulation des sels dans le sol occasionne des effets nocifs sur les végétaux et sur le sol. Il s'en suit une diminution des rendements et à long terme une stérilisation du sol. En plus de la dite salinité primaire, due en particulier à des inondations périodiques par une eau de mauvaise qualité, et à la remontée d'une nappe phréatique, la salinité est dite secondaire lorsqu'elle est induite par l'activité humaine, liée souvent à des pratiques d'irrigation.

Les plantes et l'évaporation prélèvent l'eau du sol en y abandonnant une large part des sels apportés par l'eau d'arrosage, ce qui conduit à augmenter la salinité de l'eau du sol. La pression osmotique de l'eau du sol augmentant avec sa concentration en sels dissous, la plante consacre alors l'essentiel de son énergie non pas à se développer, mais à ajuster la concentration en sel de son tissu végétal de manière à pouvoir extraire du sol l'eau qui lui est nécessaire (Faby et al, 2000).

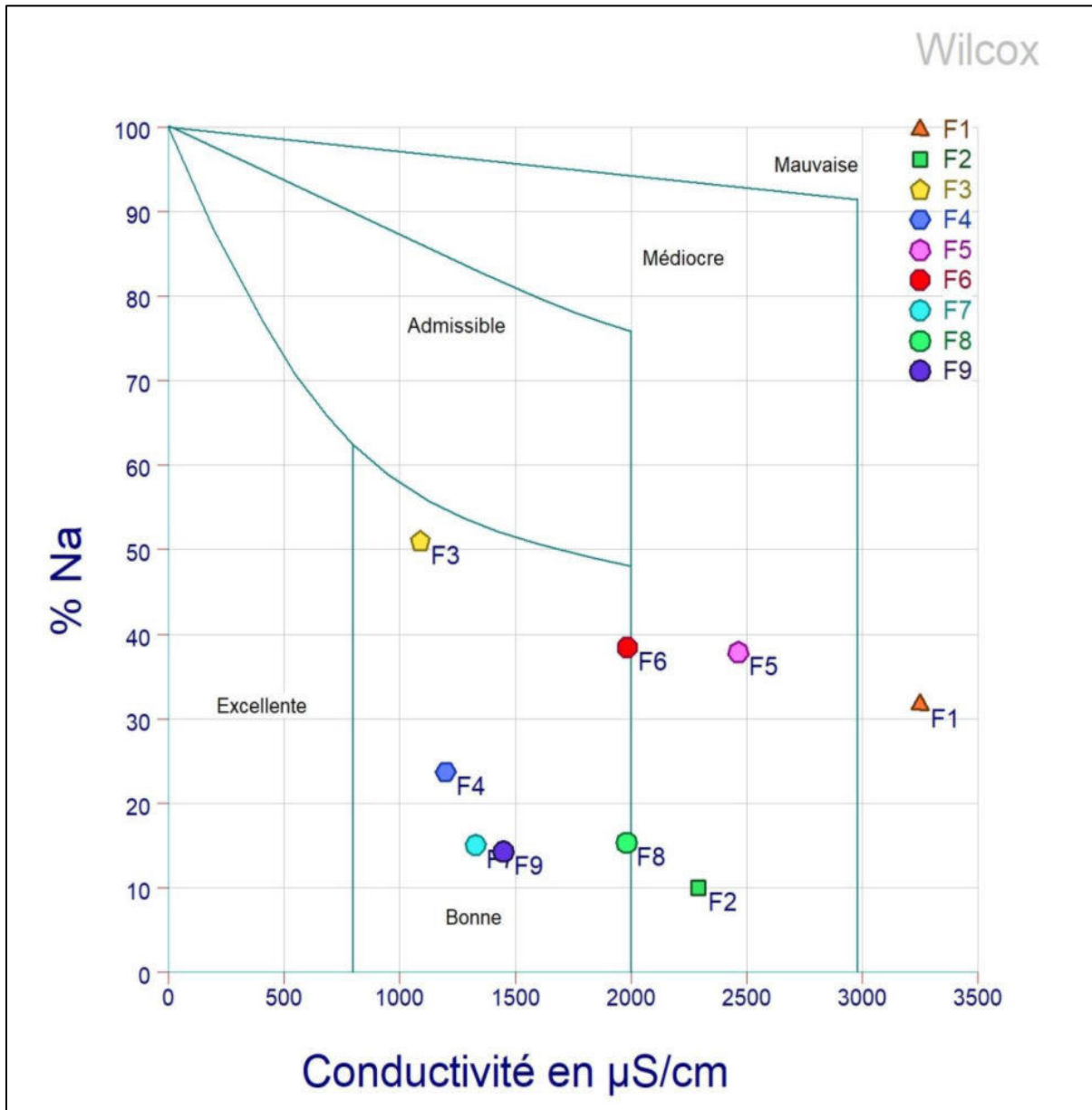
#### 3.1.2 Evolution temporelle de la salinité :

Richards, en 1969 a établi une échelle de qualité des eaux d'irrigation en fonction de leur salinité évaluée par leur conductivité électrique (D'après Faby et al, 2000).

Tableau N°38: Classes de salinité selon Richards (Faby et al, 2000).

Classe	Conductivité de l'eau (mmhos/cm)	Sels correspondants estimés en Na Cl (mg/l)
I- Excellente	<0,25	<160
II- Faible salinité	0,25-0,75	160-500
III- Forte salinité	0,75-2,25	500-1500
IV- Très forte salinité	2,25-5	1500-3600

D’après le tableau N°38, nous remarquons que les eaux de la zone d’étude présentent une salinité forte des forages (F3, F4 et F6) ; et très forte pour les forages (F1, F2, F5, F7, F8, et F9) selon la classification de Richards, (les valeurs de la conductivité sont comprises entre 902  $\mu\text{S/cm}$  et 4700  $\mu\text{S/cm}$ .)



**Figure N°44 :** Classification des eaux de la zone d’étude dans le diagramme de Wilcox

D’après le diagramme de Wilcox de la figure ci-dessus montrent que les eaux de la zone d’étude appartiennent aux classes suivantes :

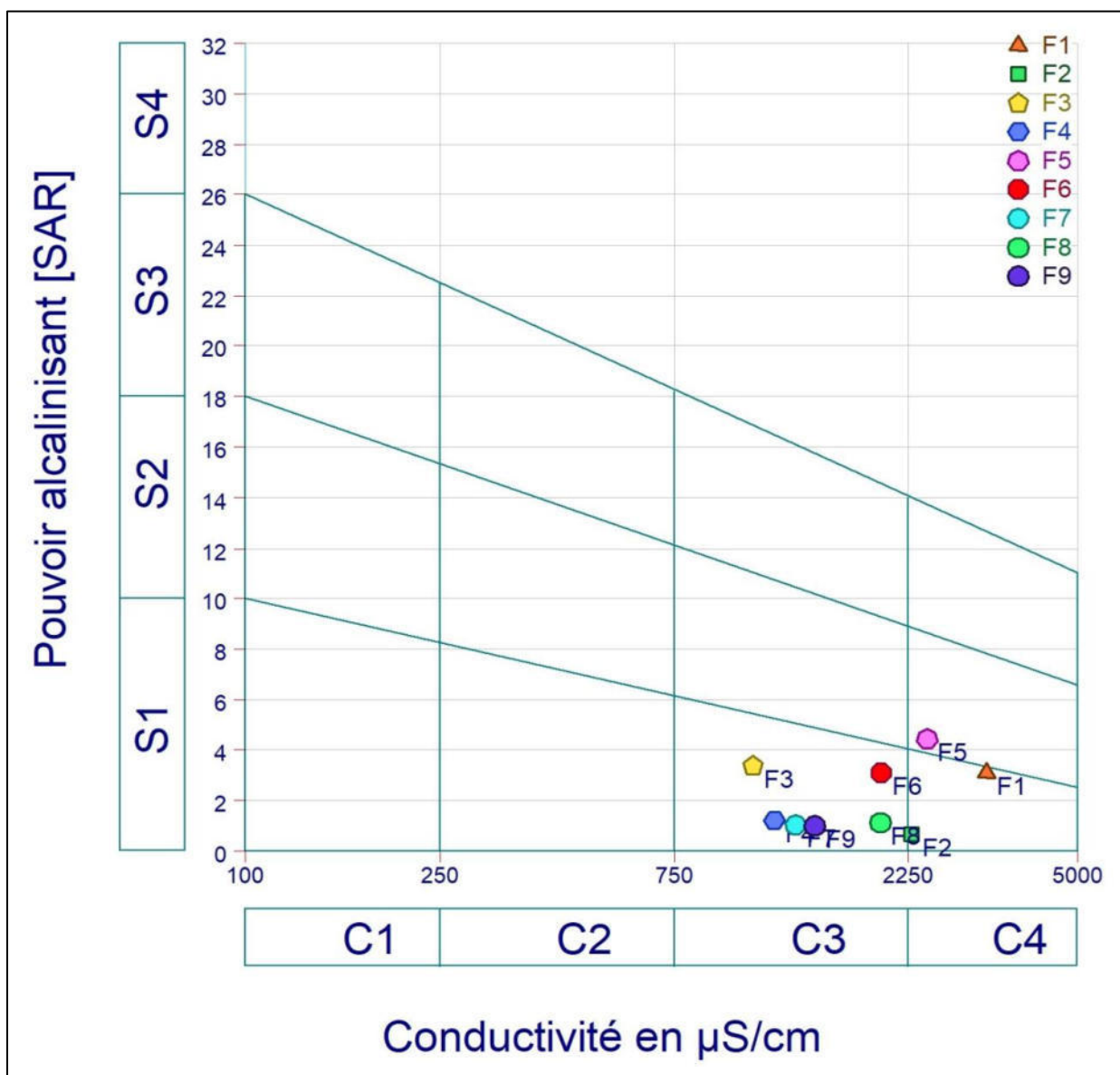
- Bonne  $\Rightarrow$  pour les eaux des forages : **F3, F4, F6, F7, F8 et F9**
- Médiocre  $\Rightarrow$  pour les eaux des forages : **F2 et F5**
- Mauvaise  $\Rightarrow$  pour les eaux du forage **F1**

### 3 .1.3.Diagramme de Richards :

**Richards (1954)** a élaboré une classification, en se basant sur les deux paramètres à savoir (SAR et conductivité électrique). Les classes de potabilité des eaux ( $C_1S_1, \dots, C_4S_4$ ) (**tableau N°39**) correspondent, dans le diagramme de Richards au SAR (en ordonnées pour la lettre S) et à la conductivité (en abscisses pour la lettre C).

**Tableau N°39 : Classification des eaux par degrés d'aptitude à l'irrigation (Méthode du SAR).**

Degrés	Qualité	Classe	Etat d'utilisation
1	Excellente	$C_1-S_1$ $C_1-S_2$	Utilisation sans danger pour l'irrigation de la plupart des cultures sur la plupart des sols.
2	Bonne	$C_2-S_1$ $C_2-S_2$	Convenable aux plantes qui ont une tolérance aux sels, cependant son utilisation peut générer des problèmes pour les argiles.
3	Admissible	$C_3-S_1, C_2-S_3,$ $C_3-S_2$	La salinité doit être contrôlée, irrigation des cultures tolérables aux sels sur des sols bien drainées.
4	Médiocre	$C_4-S_1, C_4-S_2,$ $C_3-S_3$	Eau fortement minéralisée, utilisée uniquement pour des plantes très résistantes aux sels dont le sol présente une bonne perméabilité.
5	Mauvaise	$C_3-S_4, C_4-S_3,$ $C_4-S_4$	Inutilisable.



**Figure N°45:** Classification des eaux de la zone d'étude dans le diagramme de Richards.

D'après le diagramme de Richards de la figure ci-dessus :

- Les eaux de la zone d'étude durant la période de prélèvement appartiennent aux classes d'aptitude à l'irrigation suivantes :

1. La classe **C<sub>3</sub>-S<sub>1</sub>** pour les points d'eau suivants : **F3, F4, F7, F9, F6 et F8**, elle est caractérisée par une qualité **admissible** ; ou la salinité doit être contrôlée, irrigation des cultures tolérables aux sels sur des sols bien drainées.

2. La classe **C<sub>4</sub>-S<sub>1</sub>** et **C<sub>4</sub>-S<sub>2</sub>** sont de qualité **médiocre** pour les forages : **F1, F2 et F5**. En général, Eau fortement minéralisée et utilisée uniquement pour des plantes très résistantes et la salinité doit être contrôlée irrigation des cultures tolérables aux sels sur des sols bien drainées.

**Conclusion :**

La connaissance de certains paramètres physico-chimiques donne une appréciation préliminaire de la qualité et du degré de la pollution des eaux de la région.

Les analyses physico-chimiques effectuées sur les eaux des ouvrages de captage de la région de Sidi Abderahmane et Chehaima, elle portent sur les éléments majeurs suivants : **Ca<sup>+2</sup>,Na<sup>+</sup>,Mg<sup>+2</sup>,K<sup>+</sup>,Cl<sup>-</sup>,SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>,HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.....et NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**. à travers ces résultats on peut dire que les eaux de la zone étude sont de qualité physico-chimique mauvaise en comparant avec les normes algériennes des eaux potables pour la plupart des points de prélèvement (08 forages) à l'exception du forage F7 qui présente une eau de bonne qualité physico-chimique .

Le faciès chimique dominant est la famille **Chlorurée et sulfates calcique et magnésienne** pour la majorité des points de prélèvement.

Sauf le forage F3 appartient à la famille **Chlorurée sodique et potassique ou sulfaté sodique**.

Les eaux analysées des forages de la région de Sidi Abderahmane et Chehaima appartiennent à la qualité d'irrigation admissible à médiocre selon le diagramme de Richards.



## **Conclusion générale et recommandations**

---

---

*Contribution à l'étude hydrogéologique et hydrochimique des ressources  
en eau souterraine du Chott Chergui : Cas de la région de Sidi  
Abderahmane-Chehaima (La partie Sud Ouest de la wilaya de Tiaret)*

## **Conclusion générale :**

L'objectif de cette étude hydrogéologique et hydrochimique avec la reconnaissance des ressources en eaux souterraines disponibles et la qualité physicochimique des eaux des forages de la région de Sidi Abderahmane- Chehaima. Cette question revêt une grande importance du fait des problèmes que connaît la région, en raison de la sécheresse, de la non-disponibilité d'eaux superficielles et de la forte demande résultant des activités agricoles. .

La zone d'étude située au sud-Ouest de la wilaya de Tiaret, caractérisée par un climat semi-aride, avec une pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 329,67 mm, avec une saison estivale courte et chaude et sèche et un hiver froid et humide. Ce climat influe sur le bilan hydrique qui montre des valeurs moyennes de l'évapotranspiration réelle (284,89 mm) avec une infiltration (33,5 mm) et ruissellement (11,28 mm).

La zone étudiée est caractérisée par des formations sédimentaires transgressives du Callovo-Oxfordien jusqu'au Crétacé, constituées généralement par des dépôts détritiques à la base surmonté par des terrains carbonatés.

Le Tertiaire et le Quaternaire sont représentés par l'apparition des gypses et des dépôts alluvionnaires.

L'hydrogéologie de cette région est caractérisée par trois principales formations géologiques : le Plio-Quaternaire, le Sénonien et l'Aéolo-Bajo-Bathonien, et les débits exploités des forages varient entre 0,39 et 101 l/s.

Les analyses physico-chimiques effectuées sur les eaux des ouvrages de captage de la région de Sidi Abderahmane et Chehaima, elle portent sur les éléments majeurs suivants :  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ .....et  $\text{NO}_3^-$ . à travers ces résultats on peut dire que les eaux de la zone d'étude sont de qualité physico-chimique mauvaise en comparant avec les normes algériennes des eaux potables pour la plupart des points de prélèvement (08 forages) à l'exception du forage F7 qui présente une eau de bonne qualité physico-chimique .

Le faciès chimique dominant est la famille Chlorurée et sulfates calcique et magnésienne pour la majorité des points de prélèvement.

Sauf le forage F3 appartient à la famille Chlorurée sodique et potassique ou sulfaté sodique.

Les eaux analysées des forages de la région de Sidi Abderahmane et Chehaima appartiennent à la qualité d'irrigation admissible à médiocre selon le diagramme de Richards.

Le problème de qualité des eaux de la région est la forte salinité.

Deux facteurs peuvent être tenus pour responsables de la salinité des eaux de la région d'étude :

- ✓ La nature de certaines roches, en particulier des marnes gypsifères et des évaporites.

- ✓ Les conditions climatiques, caractérisées par une courte période hivernale pluvieuse (favorable à la dissolution des roches) et par une longue période estivale sèche et chaude (ce qui induit une forte évapotranspiration et par conséquent une augmentation de la concentration des éléments dissous)

### **Recommandations**

Un approfondissement de la connaissance du système aquifère de la zone d'étude est nécessaire, notamment en ce qui concerne :

- La géométrie du réservoir aquifère
- L'infiltration efficace des précipitations
- Les mécanismes de recharge par les oueds

Pour ce qui est de la protection des ressources hydriques au niveau du bassin versant du Chott Chergui, nous recommandons également :

- Réalisation d'un réseau d'assainissement et sur la base d'une étude soignée et détaillée.
- Evolution du taux de raccordement au réseau d'assainissement, l'épuration et le suivi des installations.
- Mise en place du schéma d'élimination des déchets prévoyants la création des décharges intercommunales aménagées et contrôlées selon les règles de l'art.
- Renforcer la surveillance et le contrôle de la qualité des eaux de la nappe de la zone d'étude pour les paramètres physico-chimiques et bactériologiques.
- Installation des stations d'épuration des eaux usées.
- Développement de l'agriculture biologique par l'activation du développement de micro-organismes du sol : Humus enrichi par l'apport du fumer et de compost (déchets ménagers transformées).

## *Références Bibliographiques*

1. **Aoudia M., (2014)** : Contribution de la prospection électrique à la résolution de problèmes hydrogéologiques. Application a la région de Chott Chergui ; Fstgat, Usthb. 182p.
2. **Belhakem A. et Saleh A. (2015)** : Impact des activités anthropiques sur la qualité physico-chimiques et bactériologiques des eaux des puits dans une zone urbaine, mémoire de fin d'étude de master hydrogéologie et environnement université Ibn Khaldoun Tiaret.
3. **Berne. F. et Cordonnier. J., (1991)** : Traitement des eaux. Edition : Tec. p : 6-14.
4. **Chetioui S A. (2015)** : Etude des propriétés physicochimiques des eaux de la région de Hamadia et Mahdia, wilaya de Tiaret, mémoire de fin d'étude de master hydrogéologie et environnement université Ibn Khaldoun Tiaret.
5. **Claire A. (1956)** : Etude hydrogéologique du Chott Chergui. André Service de colonisation et de l'hydraulique, ressources en eaux des hauts plateaux oranais.
6. **DRE Tiaret (2021)** : Données hydrogéologiques de la région de Sidi Aderahmane et Chehaima.
7. **DSA. Tiaret, (2020)** : Statistiques sur le secteur agricole de la wilaya de Tiaret.
8. **Frederic P. , Miller., Anges F., Vandome joher Mc Bvewster., (2010)**: Hydrogéologie 56p.
9. **Hammoul M.A. et Dahri A. (2015)** : Etude hydrogéologique de la région de Lardjem mémoire de fin d'étude de master hydrogéologie et environnement université Ibn Khaldoun Tiaret.
10. **Mahammed D. M., (2012)**, utilisation des dispositifs de géophysique électrique non classiques pour l'étude des couches géologiques profondes : Cas des chotts el Gharbi et chergui, Université d'Oran, 122p.
11. **Maizi Djamel ,2007)**. Etude du bassin versant de Chott Ech Chergui : cas du synclinal d'el bayadh. Université de Houari Boumediene ; 109p.
12. **Mebarek S. et Rahinj E. (2008)** : Utilisation des méthodes géo-électriques pour l'étude hydrogéologique dans la région du Chott Chergui et la pleine de M'Leta. Mémoire d'ingénieur d'état en hydrogéologie. Université d'Oran.
13. **Rodier J., (2005)** : L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8<sup>eme</sup> édition: Dunod, Paris.

14. **Safa A. (2010) :** Contribution à l'étude hydrogéologique du bassin versant de la Mina, zone aride à zone semi-aride (Hautes Plaines oranaises, Algérie nord occidentale), Université d'Oran 8p.
15. **Thorntwaite, C.W., Mather, J.R., (1955).** The water balance. Pub. Climato. Lab. Climato. Drexel Inst. Technol. 8, 1-104.
16. **Turc L., (1954) :** Le bilan d'eau des sols : relations entre précipitations, l'évapotranspiration et l'écoulement. Ann. Agron. 5, 491-596.
17. **Yahiaoui S. (2015) :** Vulnérabilité et protection des nappes du chott chregui aux différentes formes de pollution, Université de Houari Boumediene ,7p.

Les annexes

Annexe N°01 : Précipitations moyennes mensuelles de la station de Saida (1986-2018).

Mois Année	sep	oct	nv	dc	jnv	fv	mrs	avr	mai	jui	jut	aout
1986/1987	10,5	133,2	19,8	15,2	33,8	91,6	9,6	15,7	6,4	0	0	0
1987/1988	19,1	9,9	32,8	13,1	70,4	9,9	11,5	14,4	6,2	2,3	3	2
1988/1989	11,8	17,1	42,4	6,7	3,3	18,7	49,1	41,2	11,7	39,3	0	54,9
1989/1990	8,2	5,2	10,4	15,5	75,7	0	6,2	26,1	23,5	5,1	0	0
1990/1991	7,6	0	25,4	55,3	25,8	22,9	192,4	3,3	20,2	0	2,9	3,7
1991/1992	9,4	56,8	9,8	23,8	12,9	20,7	80,1	58	56,7	7,7	11,5	9,8
1992/1993	3,6	22,1	25,5	10,2	1,2	21,4	11,6	34,5	10,7	0	2,5	6
1993/1994	23,5	32,6	39	15,2	35	29,6	2,4	15,6	5,8	0	0,9	1,9
1994/1995	57,6	70,6	21,9	6,6	34,4	2,7	73,7	23,4	0	23,5	0	14,3
1995/1996	25,5	35,1	23	69,8	45,9	80,5	94	72,5	38,5	57,8	23,3	12,7
1996/1997	13,9	10,3	6,6	30,2	51	2,4	5,2	102,5	15,5	0	0,8	58,4
1997/1998	44,2	23,3	59,1	30,5	10,3	25,5	9,7	13,6	39,1	1	0	14,8
1998/1999	5,7	4,5	9,8	11	62,6	51,6	65,4	0	0,6	0	0	0
1999/2000	28,6	70,4	32,7	119	0	0	4,7	9,9	23,2	0,3	0	0,9
2000/2001	17,4	63,4	58,3	20,6	44,7	51	4,8	19,4	11,7	0	0	4,6
2001/2002	25,2	26,6	45,3	10,1	0	9,6	24,5	37,3	12,2	0	0	17,3
2002/2003	0	8,8	54,8	14,5	104,5	61,2	22,1	28,1	26,6	5,2	12,1	13
2003/2004	9,8	70,6	40,6	47,4	25,9	34,7	6,2	25,4	104,3	13,1	0	10,5
2004/2005	24,5	33	44,8	32,4	10,1	27	32,9	6,5	0	3,5	0,4	0
2005/2006	33,3	41,6	68,6	14,8	86,4	37,7	7,4	98,8	0	5	0	0
2006/2007	5,3	10,2	40	73,8	10	27,7	47,9	25,8	13,5	0	1,8	0,9
2007/2008	25,1	163,3	0	19,2	12,6	6	13,8	16,5	68,3	10,6	24,3	0,5
2008/2009	71,7	102,2	55,6	92,4	96,5	22	54,4	79	14,2	0	0,5	0,5
2009/2010	84,9	3,6	29,5	37,8	50,8	90,5	43,8	17,6	57	1,5	0	33,9
2010/2011	1,5	51,7	33,5	15,2	11,3	15,9	33,4	79,3	77	61	0,8	18,7
2011/2012	0	57,1	57,7	21,8	18,4	56	44,3	101,3	18,5	3,1	0	0
2012/2013	2,6	55,1	210,3	11,9	97,6	24,3	64,4	104,9	37,3	0	0	10,4
2013/2014	20,1	5,7	40,9	64,9	47,7	36,6	24,2	4,4	9,5	20,5	0	0
2014/2015	40,1	46,6	52,1	40	39,1	75,5	17,5	0	9,1	9,5	0	0
2015/2016	25	38,4	8,9	0	7,5	54,9	25,7	57,8	38,4	10,3	0	0
2016/2017	12,5	3,1	55,7	56,9	131,1	16,3	9	12,1	24,3	6,1	0	9,2

Annexe N°02 : Températures moyennes mensuelles de la station de Saida (1986-2018).

Mois Année	sep	oct	nov	dec	jnv	fiv	mrs	avr	mai	juin	juill	aout
1986/1987	23,94	14,33	5,36	3,41	0,26	5,89	9,01	14,36	21,92	24,53	28,5	28,64
1987/1988	22,20	14,28	6,62	3,97	0,23	2,56	7,77	13,07	20,49	26,61	28,35	28,74
1988/1989	23,34	13,66	9,93	4,94	5,31	-1,12	8,47	15,78	19,34	22,9	27,34	27,3
1989/1990	20,59	17,27	13,15	10,42	5,11	10,29	11,69	11,33	17,12	23,54	25,63	25,55
1990/1991	22,78	16,01	9,49	5,46	4,75	5,14	8,46	9,9	13,65	21,79	25,9	26,31
1991/1992	21,78	12,97	8,79	5,96	4,51	6,66	7,15	10,69	15,69	17,26	24,1	24,97
1992/1993	20,89	13,45	9,7	7,42	5,37	5,29	9,13	11,11	16,15	21,52	26,56	25,81
1993/1994	18,76	14,19	9,61	6,31	5,48	7,1	11,05	10,38	18,49	23,49	28,88	28,21
1994/1995	19,87	15,23	11,39	6,73	5,77	9,16	9,4	11,29	18,54	20,76	25,41	25,75
1995/1996	17,6	16,01	12,1	8,88	8,35	5,11	9,26	11,92	15,52	20,89	25,04	23,99
1996/1997	18,07	13,87	10,93	8,4	7,73	8,94	9,94	12,64	17,25	22,12	24,47	24,57
1997/1998	20,28	16,51	10,82	7,56	7,61	8,3	10,38	11,8	14,89	23,71	27,32	25,84
1998/1999	22,15	13,89	10,08	5,71	5,62	4,48	9,23	12,66	19,82	23,24	26,28	27,34
1999/2000	21,49	18,57	8,62	5,51	3,82	7,81	10,61	12,81	18,47	23,63	27,11	26,86
2000/2001	20,56	13,17	10,17	8,65	6,98	7,21	13,22	12,57	15,95	24,83	26,72	26,71
2001/2002	21,92	19,82	9	7	5,99	8,04	10,08	11,56	16,88	24,86	24,43	24,07
2002/2003	19,97	16,48	10,37	8,02	4,48	5,86	10,52	12,42	17,08	26,07	28,54	26,99
2003/2004	21,1	16	9,96	5,75	6,03	8,84	10	11,67	13,07	23,01	26,52	26,74
2004/2005	22,29	17,99	8,66	5,73	3,33	3,67	10,45	13,58	20,83	23,3	27,61	25,38
2005/2006	19,71	16,54	9,18	5,87	4,44	5,38	10,84	15,54	19,83	23,52	27,47	25,16
2006/2007	20,22	18,65	11,59	6,01	6,62	8,72	7,95	11,09	16,57	21,22	27,09	25,82
2007/2008	21,84	14,71	8,86	5,42	6,17	8,84	10,01	13,71	15,33	21,74	26,9	26,53
2008/2009	20,95	14,48	7,26	4,89	5,03	6,13	10,51	10,12	18,52	24,11	28,14	26,37
2009/2010	18,54	16,14	12,28	9,19	7,46	9,14	10,59	13,65	15,51	20,44	27,79	26,32
2010/2011	21,19	15,26	9,94	8,96	7,23	5,54	9,8	15,13	17,28	21,66	25,78	27,39
2011/2012	21,25	15,09	10,16	5,41	4,38	2,42	9,25	10,64	18,59	25,05	27,67	28,41
2012/2013	21,63	17,05	10,81	6,47	5,48	5,03	10,06	12,09	14,05	20,25	25,41	24,96
2013/2014	20,23	19,1	8,08	5,75	6,18	6,91	8,06	14,72	17,98	21,46	25,08	25,9
2014/2015	22,43	17,5	11,71	5,08	5,15	4,44	8,17	15,81	20,06	21,44	27,9	26,93
2015/2016	20,74	16,1	9,92	8,94	8,42	8,23	7,71	12,9	17,55	22,96	27,38	25,39
2016/2017	21,25	18,06	10,16	6,95	4,05	8,49	10,09	13,64	19,71	25	27,68	26,68
2017/2018	20,61	15,56	9,58	5,72	6,42	5,24	9,27	12,79	14,58	21,11	26,53	24,66

**Annexe N°03 : Analyses des paramètres physicochimiques des points de prélèvement de la zone d'étude.**

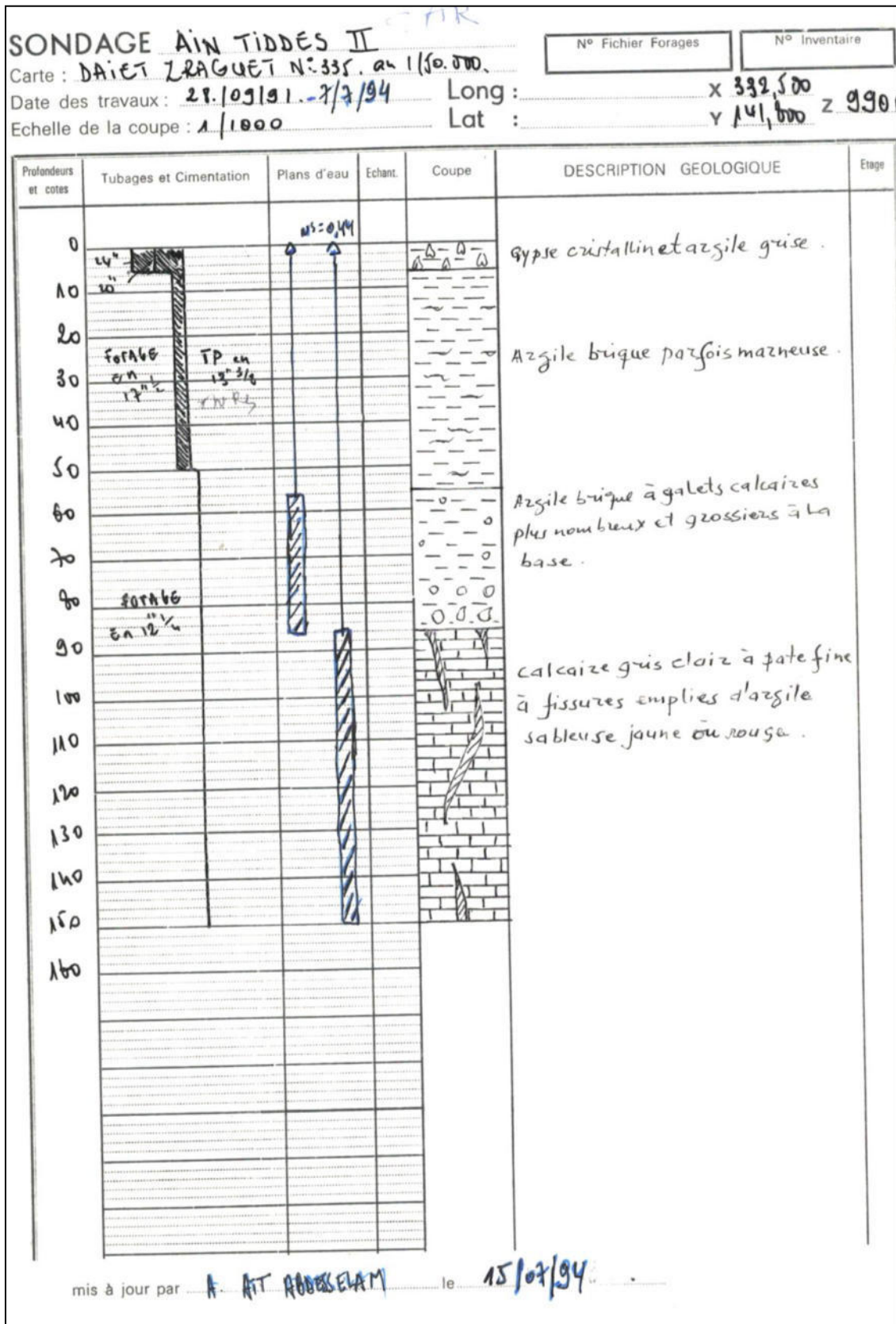
Paramètres physicochimiques	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Température (°C)	19,9	15,5	21,1	19,1	19,6	22	16,1	15,9	15,8
pH	7,47	7,59	7,73	7,75	7,45	7,48	7,47	7,62	7,54
CE (µs/cm)	3290	2380	902	1230	4700	1956	2330	2390	2400
Salinité (mg/l)	1,7	1,2	0,4	0,6	2,35	1	1,16	1,19	1,2
Turbidité NTU	0,54	0,66	13,5	0,35	1,9	0,16	0,36	0,9	0,24
Ca (mg/l)	308,61	214,82	83,36	110,62	373,54	209,21	176,03	148,64	144,73
Mg (mg/l)	97,2	140,45	17,01	34,02	104	28,67	133,44	168,38	168,38
Bicarbonate (mg/l)	335,5	201,3	250,1	274,5	170,8	213,5	151,28	163,7	154,94
Chlorures (mg/l)	653,2	546,7	120,7	205,9	186,3	305,3	151,02	505,55	218,39
Matières oxydables (mg/l)	0,72	0,56	0,08	0,08	1,04	0,08	0,56	0,08	0,64
Sulfates (mg/l)	406,19	181,9	74,77	95,84	323,51	370,9	80,16	56,68	51,14
Nitrates (mg/l)	214,4	121,72	66,7	47	57,8	36	0	0,54	0
Dureté (mg/l)	117,7	112,2	27,93	41,03	136,7	64,25	97,6	106,38	105,4
Sodium (mg/l)	245	53	130	58	375	180	76,6	84,2	76,6
Potassium (mg/l)	7,2	6,5	4,7	2,8	10,3	5,3	6,4	6,4	6,46
Nitrites (mg/l)	0,008	0,011	0,017	0,007	0,015	0,001	0,02	0,02	0,02
Ammonium (mg/l)	0,19	0,16	0,16	0,18	0,16	0,15	0,02	0,02	0,02
Ortho phosphates (mg/l)	0,021	0,026	0,026	0,038	0,086	0,088	0,02	0,02	0,02

**Annexe N°04 : Répartition des points de prélèvement de la zone d'étude.**

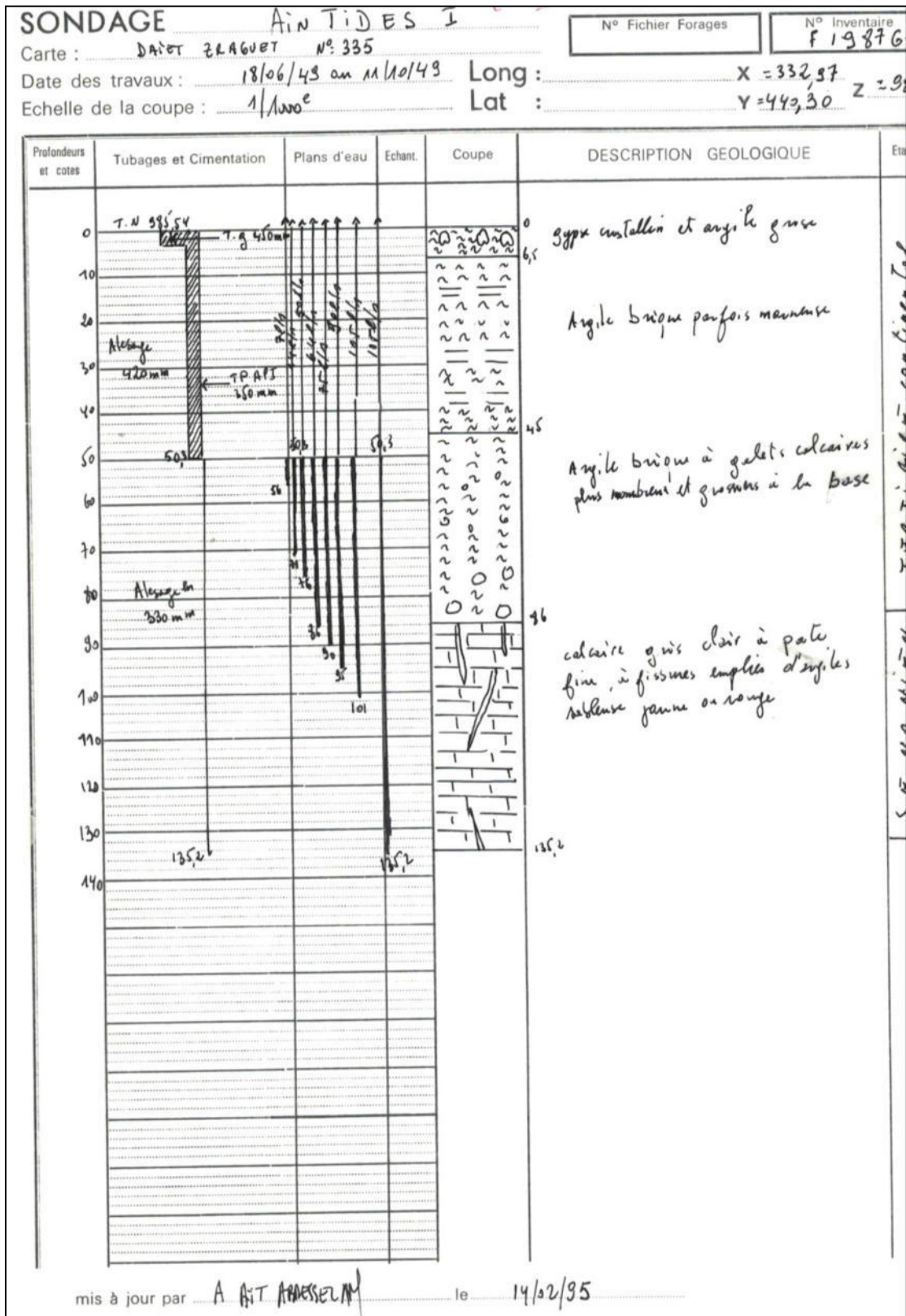
N°	Les forages	Coordonnées UTM X (m)	Coordonnées UTM Y (m)	Altitude Z (m)	Date de prélèvement
F1	Mkmane	345 408.028	3 873 496.158	1137	25/05/2021
F2	F2	347 209.374	3 873 750.543	1135	25/05/2021
F3	F3	349 886.131	3 875 614.271	1156	25/05/2021
F4	Siqrana	333 711.858	3 856 996.52	1086	25/05/2021
F5	Gtaifa	333 660.284	3 834 891.177	999	25/05/2021
F6	Djalloul	331 557.299	3 384 0406.4	1033	25/05/2021
F7	Tiddes I	305 339,79	3 824 373,87	987	10/03/2020
F8	TiddesII	304 873,21	3 825 875,15	990	10/03/2020
F9	TiddesIII	294 923,18	3 826 525,23	1050	10/03/2020



Annexe N° 5 : Log-stratigraphique du sondage d'Ain Tiddes II.



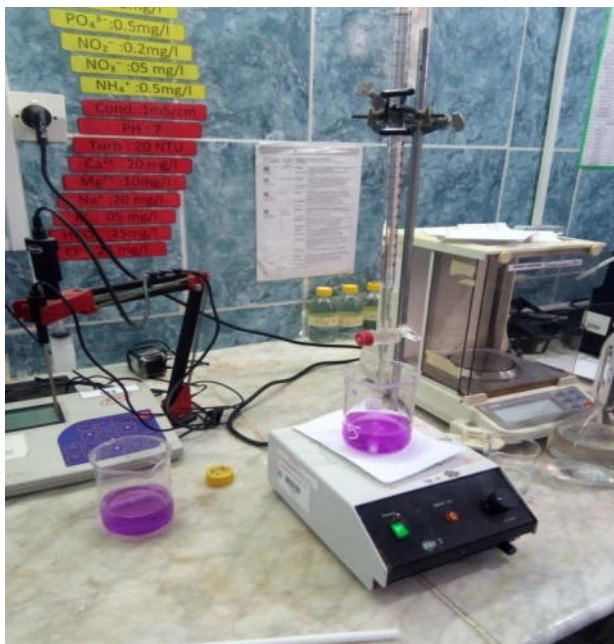
Annexe N° 6 : Log-stratigraphique du sondage Ain Tiddes I.





Spectrophotomètre.

Détermination de Nitrate  $\text{NO}_3^-$ .



Détermination de Calcium  $\text{Ca}^{+2}$ .



Détermination d'Ammonium  $\text{NH}_4^-$ .



**Mesure de la température in situ**



**Relief de la région de Sidi Abderahmane.**

## Résumé :

Avec la croissance démographique que connaît le monde, l'abondance des ressources en eau est considérée comme l'un des facteurs importants pour le développement, et la demande pour ces ressources naturelles augmente quantitativement et qualitativement avec l'augmentation des activités humaines.

Cette étude montre que notre zone d'étude est située au sud-ouest de la Wilaya de Tiaret et appartient dans le bassin du Chott Chergui est l'une des zones qui ont connu des changements dans le développement de la population en plus de l'expansion urbaine.

L'étude climatique montre également que la région de Sidi Abdrahman - Chehima est caractérisée par un climat semi-aride, en plus de contenir plusieurs aquifères.

La qualité de l'eau qui caractérise la zone a été estimée en faisant des analyses physico-chimiques des échantillons prélevés des eaux de forages de la zone étudiée; Les résultats des analyses ont montré que l'eau est de bonne qualité dans certaines zones comme les eaux des forages d'Ain Tiddes et Sigrana et d'autres forages caractérisés par sa qualité médiocre et mauvaise avec une salinité excessive.

**Mots clés :** Eaux souterraines, hydrogéologie, Chott Chergui, Sidi Abderahmane, Chehima, qualité physico-chimique.

## Summary:

With the world's demographic growth, the abundance of water resources is considered one of the important factors for development, and demand for these natural resources increases quantitatively and qualitatively with the increase in human activities.

Chehima located southwest of Tiaret's the two regions Sidi Abdrahman This study shows that wilaya and belongs in the Chott Chergui basin is one of the areas that have had changes in the .development of the population in addition to the exp

The climate study also shows that the two regions of Sidi Abdrahmane - Chehima are characterized by a semi-arid climate, in addition to containing several aquifers.

The quality of the water that characterizes the study area has been estimated by doing samples taken from the surrounded area;The results of the chemical analyzes of the-physico analyzes have shown that the water is of good quality in certain regions like the waters of the drilling of Ain Tiddes and Sigrana and other boreholes characterized by its poor and bad .excessive salinity quality with

**Keywords:** groundwater, hydrogeology, Chott Chergui, Sidi abderahmane, Chehima, chemical and physical quality,

## المخلص :

مع النمو الديموغرافي العالمي، تعتبر وفرة موارد المياه واحدة من العوامل المهمة للتنمية، ويزيد الطلب على هذه الموارد الطبيعية في الكمية والجودة مع الزيادة في الأنشطة البشرية.

توضح هذه الدراسة أن المنطقتين سيدي عبد الرحمن - شحيمه اللتان تقعان في الجنوب الغربي لولاية تيارت وتنتميان لحوض شط الشرقي أنها من المناطق التي شهدت تغييرات في تطوّر عدد السكان بالإضافة إلى التوسّع العمراني .

تبين الدراسة المناخية أيضا أنّ منطقة سيدي عبد الرحمن - شحيمة تتميز بمناخ شبه جاف، بالإضافة لاحتوائه على العديد من طبقات المياه الجوفية.

تمّ تقدير جودة المياه التي تميز منطقة الدراسة من خلال القيام بتحليلات فيزيائية وكيميائية للعينات المأخوذة من الآبار المتواجده هناك بالمنطقة؛ وأظهرت نتائج التحليلات أنّ المياه ذات نوعية جيّدة في بعض المناطق مثل مياه منطقة عين تيدس و سكرانه وبعضها يتميز بجودة منخفضة مع تواجد الأملاح.

**الكلمات المفتاحية:** المياه الجوفية، هيدروجيولوجيا، شط شرقي، سيدي عبد الرحمن، الشحيمة، النوعية الفيزيوكيميائية،