

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

Université Ferhat Abbas Sétif 1
Institut d'Architecture et des
Sciences de la Terre
Département des Sciences de la Terre

جامعة فرحات عباس - سطيف 1
معهد الهندسة المعمارية وعلوم الأرض
قسم علوم الأرض



Mémoire
Présenté pour obtenir le diplôme de Master
En géologie
Option : Hydrogéologie Appliquée
THEME:

Etude de la qualité des eaux souterraines de la plaine
d'Ain El Hadjer, Sétif Nord -Est Algérien

Présenté par

Aichoune Sadjia

Rachache Hassiba

DEVANT LE JURY:

Président: Mr. Demdoun Abdeslam

Prof. Université de Sétif -1-

Encadreur: Dr. Ben Marce Kaddour

MCB.Université de Sétif -1-

Examineur: M^{me} Maou Amel

MAA. Université de Sétif -1-

Promotion : 2017/2018

Table de matière

Remerciements

Dédicace

Résumé.....I

Liste de figure.....IV

Liste des tableaux.....VI

Abréviation.....VII

SOMMAIRE

Introduction générale.....1

Chapitre I : Cadre géographique

I.1. Situation géographique.....3

I.2. La population.....4

I.3. Le Relief.....4

 I.3.1. Les massifs montagneux.....4

 I.3.2. Les plaines4

 I.3.3. Les Sebkhet4

I.4. Le climat.....4

I.5. Végétation.....5

I.6. Le réseau hydrographique.....5

Conclusion.....6

Chapitre II : Cadre géologique

Introduction7

II.1. Géologie régionale7

 II.1.1. domaine interne7

 II.1.2. Domaine médian ou domaine des flysch.....8

 II.1.3. domaine externe (le Tell)8

 II.1.3.1. Série de l'avant pays allochtone9

 II.1.3.2. Le domaine des avant pays autochtones9

Table de matière

II.2. géologie locale.....	9
II.2.1. Le Trias (t)	10
II.2.2. Série à jurassique intermédiaire de l'unité inférieure	
De Djebel Kalaoun	10
II.2.2.1. Jurassique dolomitiques (Jd).....	10
II.2.2.2. Le Malm (Js).....	10
II.2.2.3. Néocomien (ni).....	10
II.2.3. Ensemble allochtone Sud Sétifien.....	10
II.2.3.1. Le Lias (I)	11
II.2.3.2. Jurassique moyen (Dogger) Jd.	11
II.2.3.3. Jurassique supérieur (Malm) Js	11
II.2.3.4. Néocomien (ni)	11
II.2.3.5. Barrémien (n4)	12
II.2.3.6. Aptien marneux n5a	12
II.2.3.7. Aptien carbonaté n5	12
II.2.3.8. Cénomaniens et Turoniens (C).....	12
II.2.3.9. Sénonien supérieur (SS).....	12
II.2.3.10. paléocène (e ¹).....	12
II.2.3.11. Eocène (emn).....	13
II.2.4. Formations Post-Nappe	13
II.2.4.1 Miopliocène continental (mp)	13
II.2.4.2. Alluvions récentes (A).....	13
II.2.4.3. Alluvions anciennes terres arables et	
Quaternaire indéterminé(q).....	13
II.2.4.4. Glacis polygénique nappant les reliefs (Qt)	13
II.2.4.5. Villafranchien (Qc)	13
II.2.4.6. Sol de Sebkhas (S).....	14
II.2.4.7. Sols salés non inondés (Os).....	14
II.2.5. Structurale de la région.....	15
II.2.5.1. Les plis.....	15
II.2.5.2. Les Failles.....	15
II.2.5.3. Charriage et chevauchement.....	15
II.2.6. Principales phases tectoniques.....	15
II.2.6.1. La phase Atlasique.....	15

Table de matière

II.2.6.2. La phase Alpine.....	16
Conclusion.....	16

Chapitre III : Cadre géophysique

Introduction	17
III.1. Objectifs de l'étude géophysique	17
III.2. Echelle des résistivités	17
III.3. Examen et interprétation des résultats	19
III.3.1. Coupes géoélectriques	19
III.3.1.1. Coupe géoélectriques de Djebel Youssef (Profil H)	19
III.3.2. Carte du Trias du Crétacé inférieur	21
Conclusion	22

Chapitre IV : Hydroclimatologique

Introduction.....	23
IV.1. Etude des paramètres climatiques.....	24
IV.1.1. Précipitations.....	24
IV.1.1.1. Répartition des précipitations moyennes annuelles.....	24
IV.1.1.2. précipitation moyennes mensuelles.....	25
IV.1.2.3. Précipitation moyenne saisonnière.....	26
IV.1.2.4. Coefficient pluviométrique annuel (CP).....	27
IV.1.2. Température.....	28
IV.1.2.1. température moyennes mensuelles.....	28
IV.1.3. L'humidité de l'air	29
IV.1.4. Régime climatique.....	30
IV.1.4.1. Diagramme ombrothermique.....	30
VI.1.4.2. Indice de De Martonne.....	31
III.2. Le bilan hydrique.....	33
IV.2.1. Evapotranspiration.....	33
IV.2.1.1. L'évapotranspiration potentielle (ETP).....	33
IV.2.1.2. L'évapotranspiration réelle (ETR).....	34
IV.2.2. Ruissellement superficiel (R).....	38
IV.2.3. Infiltration (I).....	39
Conclusion	40

Table de matière

Chapitre V : Hydrogéologique

Introduction	41
V.1. Les formations aquifères	41
V.1.1. Formation aquifère du Mio-Plioquaternaire	41
V.1.2. Formation du crétacé supérieur et moyen	41
V.1.3. Formation du crétacé inférieur	41
V.2. Inventaire des points d'eau	42
V.3. La piézométrie	42
V.3.1. Interprétation de la carte piézométrique	43
V.4. Les essais de pompage	43
V.4.1. Calcul de Transmissivité (T)	43
V.4.2. Calcul de la perméabilité	45
V.4.3. Gradient hydraulique	45
V.4.4. Coefficient d'emmagasinement	46
Conclusion	46

Chapitre VI : Hydrochimie

Introduction.....	48
VI.1. Méthodologie	48
VI.2. Interprétation des résultats d'analyses	50
VI.2.1. Paramètres physiques	50
VI.2.1.1. La température de l'eau (T°)	50
VI.2.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)	51
VI.2.1.3. La minéralisation (Me)	51
VI.2.1.4. La conductivité électrique (σ)	51
VI.2.1.5. Titre alcalimétrique simple (TA)	52
VI.2.1.6. Titre alcalimétrique complet (TAC).....	52
VI.2.1.7. Titre hydrotimétrique ou dureté totale (ΔTH)	53
VI.2.2. Paramètres chimiques.....	53
VI.2.2.1. Le calcium [Ca^{+2}].....	54

Table de matière

VI.2.2.2. Le magnésium [Mg^{+2}]	54
VI.2.2.3. Le sodium et potassium [$\text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$]	54
VI.2.2.4. Les chlorures [Cl^{-}]	54
VI.2.2.5. Les sulfates [SO_4^{2-}]	54
VI.2.2.6. Les bicarbonates [HCO_3^{-}]	55
VI.3. Classification chimique des eaux	55
VI.3.1. Classification de Stabler	55
VI.3.2. Représentation graphique des faciès hydrochimiques	56
VI.3.2. 1. Diagramme de Piper	56
VI.3.2.2. Le diagramme de Schoeller –Berkaloff	58
VI.4. Etude des valeurs relatives	60
VI.4.1. Etude des rapports caractéristiques	60
VI.4.2. Indice d'échange de base (I.E.B)	61
VI.5. Potabilité des eaux	62
VI.5.1. Aptitude des eaux à l'irrigation	63
VI.5.2 diagramme de Wilcox	63
Conclusion	66
Conclusion général	67
Références bibliographiques	
Annexe	

Résumé

La zone d'étude fait partie du domaine des hautes plaines Sétifien, elle est caractérisée par un climat semi-aride.

Ce travail a prouvé d'objectif de voir la qualité des eaux souterraines de la plaine de Ain El Hadjer, cette qualité est déterminée par les paramètres physico-chimiques, qui ont donné comme suit :

- Les eaux de la région sont de faible minéralisation à moyennement élevées.
- Les valeurs des conductivités sont augmentent vers le Sebkhet.
- Les eaux de la région sont dures à très dure vers le Sebkhet.
- Les valeurs de calcium augmentent vers le Sud de la région, est provient de la dissolution des formations carbonatées.
- Les valeurs de potassium et sodium probablement diminuent vers le Nord de la région, et sont provient de la dissolution des roches riches en NaCl.
- Les chlorures sont résultent de dissolution des sels naturels et les eaux usées au Sud de la région.
- Les valeurs des sulfates et des bicarbonates est provient de la dissolution des gypses et des calcaires.
- Les eaux de la région sont majoritaires caractérisées par les faciès sulfaté calcique et chloruré sodique qui sont indiquent les terrains traversés.
- La potabilité des eaux est caractérisé par 60 % des forages sont de mauvaise qualité, et les 40 % des forages sont des eaux potables (ne dépasse pas les normes mondiales).
- les eaux des forages au sud de la région fortement minéralisées.

En générale, les eaux de la région sont caractérisées par une salinité moyennement élevées qui due probablement aux fortes évaporations.

ملخص

- تعد منطقة الدراسة جزءاً من السهول المرتفعة في سطيف ، حيث تتميز بمناخ شبه جاف.
- أثبت هذا العمل انه لمعرفة نوعية المياه الجوفية في سهل عين الحجر، يتم تحديد هذه النوعية من قبل الخصائص الفيزيائية والكيميائية، التي تأتي على النحو التالي:
- المياه في المنطقة ذات تمعدن منخفض إلى متوسط إلا ارتفاع.
 - تتزايد قيم التوصيلات نحو السبخة -
 - مياه المنطقة صعبة للغاية نحو سبخة -
 - تزداد قيم الكالسيوم نحو الجنوب في المنطقة ، والتي تأتي من تفكك التكوينات الغازية -
 - تتناقص قيم البوتاسيوم والصوديوم بجهة شمال المنطقة ، وتأتي ربما من تفكك الصخور الغنية بالكلور -
 - الكلوريدات ناتجة عن تفكك الأملاح الطبيعية والمياه العادمة في جنوب المنطقة -
 - تأتي قيم الكبريتات والبيكاربونات من تحلل الجبس والحجر الجيري -
 - terrains. وتتميز المياه في المنطقة من خلال السحنة-مكبرت كلوريد الكالسيوم والصوديوم الأغلبية التي عبرت تشير -
 - يتميز الصلاحية للشرب من المياه بنسبة 60٪ من الآبار الفقراء، و 40٪ من الحفر والمياه (لا تتجاوز المعايير العالمية) -
 - تتم حفر مياه الحفر في جنوب المنطقة بكثافة -
- بشكل عام ، تتميز مياه المنطقة بملوحة متوسطة العالوة ربما سبب ذلك التبخر القوي.

Résumé

The study area is part of the high plains of Sétifien, where it is characterized by a semi-arid climate.

This work has proved objective to see the quality of the groundwater of the plain of Ain El Hadjer, this quality is determined by the physico-chemical parameters, which gave as follows:

- The waters in the area are low to medium to high mineralization.
- The values of the conductivities are increasing towards the Sebkhet.
- The waters of the region are hard to very hard towards the Sebkhet.
- Calcium values increase towards the South of the region that comes from the dissolution of the carbonated formations.
- The values of potassium and sodium are decreasing towards the north of the region, and come probably from the dissolution of rocks rich in NaCl.
- Chlorides are the result of the dissolution of natural salts and wastewater in the south of the region.
- The values of sulphates and bicarbonates come from the dissolution of gypsum and limestone.
- The waters of the region are in the majority characterized by the sulphated calcium and sodium chloride facies which are indicated the terrains crossed.
- Potability of water is characterized by 60% of boreholes are of poor quality, and the 40% of boreholes are drinking water (does not exceed global standards).
- The waters used for irrigation are the waters which far from Sebkhet and can be used without danger.
- The drilling waters near Sebkhet can use without control.
- the drilling waters in the south of the region are heavily mineralized.

In general, the waters of the region are characterized by high salinity that probably due to strong evaporation.