

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 de fin d'études présenté en vue de l'obtention du
diplôme master en géologie
Option : Hydrogéologie appliquée.**

THEME:

**Approche hydrogéologique et hydrochimique des eaux
souterraines d'une région semi- aride : Cas de la plaine de Bir
Haddada, région de Sétif.**

Présenté par

*Belkadi Bochra

* Hellali Amel

DEVANT LE JURY:

Président: Bersi. M

MCB

UFAS

Encadreur: M^{me} Kada. H

MAA

UFAS

Examineur: M^{elle} Fisli. Z

MAA

UFAS

Promotion : 2017/2018

Dédicace

Remerciement

Résumé

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale.....1

Chapitre I : présentation générale

I.1.Introduction3

I.1.1.Situation géographique 3

I.1.2.Population4

I.2.Etude biophysique.....4

I.2.1.Le relief4

I.2.2.Réseau hydrographique4

I.2.3.Le climat et végétation4

Chapitre II: contexte géologique

II.1.Cadre géologique.....5

II.1.1.Géologie régionale5

II.1.1.1.Les zones internes5

II.1.1.2.Le domaine des flyschs6

II.1.2.Les zones externe.....6

II.1.2.Géologie locale6

II.1.2.1.Analyse lithostratigraphique6

II.1.2.1.1. Formation peu au pas tectonisées	6
II.1.2.1.1.1. Quaternaire	6
II.1.2.1.1.2. Mio-pliocène	7
II.1.2.1.2. Formations tectonisées	7
II.1.2.1.2.1. Ensemble allochtone sud-Sétifien	7
II.1.2.2. Analyse structurale	10
II.1.2.2.1. Description des unités structurales	10
II.2. Traitement des images satellitaires avec l'ENVI 4.5	11
II.2.1. Les logiciels utilisés.....	12
II.2.1.1. ENVI 4.5	12
II.2.1.2. Adobe Illustrator CS6	12
II.2.1.3. SPO 2003 Orientation préférentielle des formes	12
II.2.1.4. Rose	12
II.2.2. Traitement des images satellitaires	12
II.2.3. Les linéaments	16
II.2.4. SPO	17
II.2.5. diagramme de rosace	17
I.5. Conclusion	19

Chapitre III : Hydroclimatologie

III.1. Introduction	20
III.2. Étude morphométriques de bassin versant	20
III.2.1. Localisation de la zone d'étude par rapport au bassin versant	20
III.2.2. Caractéristiques Morphométriques de sous bassin	20

III.2.2.1. Indice de compacité ou coefficient de Gravelius	20
III.2.2.2. Les dimensions du rectangle équivalent	22
III.2.2.3. Caractéristiques de relief	22
III.2.2.4. Altitude de fréquence 1/2 ou l'altitude médiane	25
III.2.2.5. Dénivelée simple D	25
III.2.2.6. Les Indices de pente et de relief	25
III.2.2.6.1. Indice de pente global (Ig)	25
III.2.2.6.2. Dénivelée spécifique	26
III.2.2.6.3. Indice de pente moyenne du bassin versant Im	26
III.2.2.7. Caractéristiques du réseau hydrographique	27
III.2.2.8. Récapitulation des caractéristiques morphométriques	27
III 3. Analyse des paramètres climatiques	29
III.3.1. Stations et données utilisées	29
III.3.2. Analyse des précipitations	29
III.3.2.1. Répartition des précipitations moyennes mensuelles	29
III.3.2.2. Répartition saisonnière des précipitations	30
III.3.2.3. Précipitations moyennes annuelles	31
III.4. Variation des précipitations dans l'espace	31
III.4.1. Méthode de Thiessen	31
III.4.2. Méthode de la moyenne arithmétique	31
III.5. Température de l'air	32
III 5.1. Variation de la T° de l'air dans le temps	32
III .5.2. Courbe Ombrothermique	33
III.5.3. L'indice climatique	34
III.6. Le bilan hydrique	34
III.6.1. L'évaporation-évapotranspiration	35
III.6.2. évapotranspiration potentiel (ETP) et évapotranspiration réel (ETR)	35

III.6.3. Estimation de l'évapotranspiration potentielle et l'évapotranspiration réelle (ETR)	35
III.6.3.1.Calcul d'ETP mensuelle.....	35
III.6.3.2.Calcul de l'ETR à partir des formules empiriques	37
III.7.Estimation du bilan hydrique	40
III.7.1.Etablissement du bilan hydrologique (Bilan de Thornthwaite).....	40
III .7.2.Discussion des résultats de l'ETR	43
III.7.3.Estimation du ruissellement	44
III.7.4.Estimation d'infiltration	44
III.8.Conclusion	45

Chapitre IV: Cadre géophysique

IV.1.Introduction	46
IV.2. Objectif de l'étude	46
IV.3. Echelle des résistivités	46
IV.4. Répartition des sondages électrique	47
IV.5.Interprétation des coupes géoélectriques	51
IV.6.Conclusion	52

Chapitre V : Hydrogéologie

V.1.Introduction	53
V.2. Les formations aquifères.....	53
V.3. Description des formations aquifères.....	53
V.3.1.Aquifère superficiel de Mio-Plio-Quaternaire.....	53
V.3.2.Aquifère profond (Jurassico-crétacé).....	53
V.4. Inventaire des points d'eau.....	54
V.5.Etude Piézométrique.....	56

V.5.1. Carte piézométrique.....	56
V.5.2. Interprétation de la carte piézométrique.....	56
V.5.2.1. Gradient hydraulique.....	59
V.6. Etude des caractéristiques hydrogéologiques	59
V.6.1. Pompage d'essai	59
V.6.1. 1. Résultats d'essais	59
V.6.2. Paramètres hydrodynamiques	61
V.6.2.1. La transmissivité	61
V.6.2.2. La perméabilité	62
V.6.2.3. Coefficient d'emmagasinement	62
V.7. Conclusion	63

Chapitre VI : Hydrochimie

VI.1. Introduction	64
VI.2. Matériels et méthode d'échantillonnage.....	64
VI.2.1. Géolocalisation des points d'eau	64
VI.2.2. Lieux et dates de prélèvement.....	65
VI.2. 3. Méthode de prélèvement et conservation des échantillons.....	65
VI.3. Logiciels utilisés.....	67
V.3.1. Logiciel Diagramme.....	67
V.3. 2. Logiciel Surfer.....	67
VI.4. Méthodes d'analyses	67
VI.4.1. Etude des paramètres physiques.....	68
VI.4.1.1. Température.....	68
VI.4.1.2. Potentiel hydrogène (pH)	69
VI.4.1.3. La conductivité électrique (CE).....	71
VI.4.1.4. Les résidus secs	72

Table de matière

VI.4.2. Analyse chimique.....	73
VI.4.2.1. Détermination du dosage en éléments majeurs	73
VI.4.2.1.1. Les cations.....	73
VI.4.2.1.2. Les anions.....	76
VI.4.2.2. Les caractéristiques chimiques	79
VI.4.2.2.1. L'alcalinité	79
VI.4.2.2.2. Détermination du titre hydrotimétrique ou dureté totale (TH)	80
VI.4.2.3. Classification chimique des eaux	81
VI.4.2.3.1. Classification des eaux selon Stabler.....	81
VI.4.2.3.2. Classification des eaux selon Piper	85
VI.4.2.3.3. Classification des eaux selon Schoeller-Berkaloff.....	88
VI.4.2.4. Etude des valeurs relatives.....	90
VI.4.2.4.1. Etude des rapports caractéristiques.....	90
VI.4.2.4.2. Indice d'échange de base (i.e.b) ou indice de déséquilibre chloro-alcalin	91
VI.4.2.5. Qualité chimique des eaux	91
VI.4.2.5.1. Potabilité des eaux	91
VI.4.2.5.2. Classification des eaux d'irrigation	92
VI.5. Conclusion.....	95
Conclusion générale	96
Références bibliographiques	
Annexes	

Résumé :

Les eaux souterraines jouent un rôle fondamental dans la stabilité des populations rurales dans la région de Bir Haddada. Elles sont exploitées par des puits et des forages, drainés par différents techniques traditionnelles et modernes utilisés par extraire cette ressource vitale pour l'alimentation en eau potable et l'irrigation des terres fertiles.

Notre travail a pour objectif de faire une étude hydrogéologique et hydrochimique des eaux souterraines de la plaine de Bir Haddada où nous avons fait une combinaison des outils, géologiques, géophysiques, hydrogéologiques, piézométriques et hydrochimique, ainsi que l'utilisation des méthodes de cartographie des éléments majeurs et de la conductivité a montré la qualité des eaux exploitée et leur but d'exploitation soit la potabilité ou l'irrigation

Cette études est basée sur un prélèvement des points d'eau afin caractériser l'état physico-chimique de ces eaux et montrer la qualité des eaux exploités et leur but d'exploitation soit à l'irrigation ou à l'alimentation en eau potable.

Mot clé: Bir Haddada ; aquifère ; bassin versant ; hydrogéologie ; hydrochimie.

Abstract:

Groundwater plays a fundamental role in the stability of rural populations in Bir Haddada region. They are exploited by wells and boreholes, drained by various traditional and modern techniques used to extract this vital resource for the supply of drinking water and irrigation of fertile land.

Our work aims to make a hydrogeological and hydrochemical study of the groundwater of the plain of Bir Haddada where we made a combination of geological, geophysical, hydrogeological and hydrochemical tools. as well as the use of Mapping of major elements and conductivity has shown the quality of the waters exploited and their exploitation whether drinkability or irrigation.

This study is based on a sampling of water points to characterize the physicochemical status of these waters and show the quality of the water exploited and their purpose of exploitation either irrigation or drinking water supply.

Keywords: Bir Haddada, hydrogeology, hydrochemistry, aquifers, watershed.

ملخص

تلعب المياه الجوفية دورًا أساسيًا في استقرار سكان الريف في منطقة بئر حدادة. يتم استغلالها بواسطة الآبار و الانقَاب ، واستنزفت بمختلف التقنيات التقليدية والحديثة لاستخراج هذا المورد الحيوي للتزويد بمياه الشرب وري الأراضي الخصبة. يهدف عملنا إلى إجراء دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية للمياه الجوفية لسهل بئر حدادة بالاستناد الى مجموعة من الدراسات الجيولوجية، الجيوفيزيائية ، الهيدروجيولوجية وكيمياء المياه الجوفية . ، وقد تم استخدام وسائل لرسم الخرائط للعناصر الكيميائية الرئيسية والتوصيلية لمعرفة نوعية المياه التي يتم استغلالها. واستغلالها يكون للشرب أو الري تعتمد هذه الدراسة على أخذ عينات من نقاط المياه لتمييز الحالة الفيزيائية الكيميائية لهذه المياه وإظهار نوعية المياه المستغلة وغرضها من الاستغلال إما الري أو مياه الشرب.

كلمات البحث: بئر حدادة ، الحوض ، محتوى الماء، الهيدروجيولوجيا ،كيمياء المياه الجوفية.