

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:

**Application de quelques traitements statistiques aux données
hydrochimiques de la nappe Moi-Pléo-Quaternaire (région de Bir
Hadadda , Nord-Est Algérien).**

Présenté par :

Kaabeche Khaoula

DEVANT LE JURY:

Président: M_r Hassani.M

MCB

UFAS

Encadreur: M^{me} Kada. H

MAA

UFAS

Examineur: M_r Karboub.DJ

MAA

UFAS

Promotion : 2021/2022

Résumé

L'objectif de ce travail est d'évaluer la qualité des eaux de la nappe souterraines au niveau du Bir Hadadda à travers l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques des eaux, et des éléments dissous afin de déterminer leurs origines, la connaissance des structures des variables d'une part et quantifier les familles d'eau par les analyses des individus d'autre part, avec une approche statistique multidimensionnelle, afin de déterminer l'aptitude de ces eaux à l'alimentation.

Le système Aquifère Mio-Plio-Quaternaire de la plaine de Bir Haddada est logé dans des formations détritiques. Il est essentiellement alimenté par les précipitations et par des failles conditionnant et favorisant l'écoulement des eaux souterraines.

L'étude des paramètres physico-chimiques du système aquifère superficiel par l'analyse en composantes principales 'A.C.P' et les rapports caractéristiques ont permis de définir les principaux traits caractérisant la chimie des eaux souterraines (teneur, origine et évolution) et de mettre en évidence leurs faciès chimiques dominants, Lors de leurs trajets en profondeur.

Les eaux de l'aquifère superficiel de la zone d'étude présentent une salinité faible à élever.

Mots clés: A.C.P- Eaux souterraines- Bir Haddada .

Abstract :

The objective of this work is to assess the quality of Groundwater at the level of Bir Hadadda through the evaluation of the physico-chemical characteristics of the water and the dissolved elements in order to determine their origins, knowledge of the structures of variables on the one hand and quantify the water families by analyzes of individuals on the other hand with a multi dimensional statistical approach, in order to determine the suitability of these waters for water supply.

The Mio-Plio-Quaternary aquifer system of the plain of Bir Haddada is housed in limestone and dolomitic formations. It is mainly fed by precipitation and by faults that condition and promote the flow of groundwater.

The study of the physicochemical parameters of the surface aquifer system by the analysis of principal components 'PCA' and the characteristic reports made it possible to define the main features characterizing the chemistry of groundwater (content, origin and evolution) and to put high light their dominant chemical facies, During their deep journeys. The waters of the surface aquifer in the study area have low to high salinity.

Keywords: A.C.P- Groundwater- Bir Haddada .

الملخص :

الهدف من هذا العمل هو تقييم جودة المياه الجوفية على مستوى بيار حدادة من خلال تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه ، والعناصر الكيميائية الموجودة فيها أجل تحديد أصولها ، ومعرفة متغيرات الهياكل على من جهة وقياس عائلات المياه من خلال تحليل الأفراد من جهة أخرى ، مع نهج إحصائي متعدد الأبعاد ، من أجل تحديد مدى ملائمة هذه المياه للاستهلاك.

نظام الطبقات الجيولوجية الحاوية على المياه ذوي العمر الميوليبورياعي لسهل بئر حدادة متركز في تشكيلات غير منفذة. وهو مغذى أساسا بمياه الأمطار والفوالق التي تتحكم وتحفز المياه الجوفية. بالنسبة لفترة الدراسة.

الدراسة للمعطيات الفيزيائية والكيميائية التي تخص الجيب المائي السطحي بتحليل العناصر النسب الأساسية والنسب المميزة مكننتنا من معرفة الميزة الأساسية لكيمياء المياه الجوفية (النسبة، الأصل والتطور)، أما بينت سحنات السائدة. في الأساسية، منطقة الدراسة، مياه الجيب المائي السطحي بينت ملوحة ضئيلة الى مرتفعة.

Dédicaces

Remerciements

Résumé

Table de matière

INTRODUCTION GENERALE 2

CHAPITRE I : CONTEXTE GEOLOGIQUE

I	Introduction	3
II	Situation géographique	3
II.1	Présentation géographique de la plaine de Bir Haddada	3
II.2	Population	4
II.3	Relief	4
II.4	Réseau hydrographique	5
II.5	Le climat et végétation	5
III	La géologie régionale	5
III.1	Un domaine septentrional ou Algérie du Nord	5
III.2	L'Algérie saharienne	5
III.1.1	La géologie de l'Algérie du Nord	7
III.1.1.1	Domaine interne	7
III.1.1.2	Domaine des flysch	8
III.1.1.3	Domaine externe	8
III.1.1.4	Domaine avant pays autochtone	8
III.2	La géologie d'avant pays autochtone les monts du Hodna.....	9
III.3	La géologie locale	10
III.3.1	Formations peu ou pas tectonisées d'âge Quaternaire et Mio-pliocène..	10
III.3.2	Formations tectonisées	10
III.3.1	Formation peu ou pas tectonisées d'âge Quaternaire et Mio-pliocène...	10
III.3.1.1	Quaternaire	10
III.3.1.1.1	Terres arables, formations de pentes, alluvions anciennes et Quaternaire indéterminé(Q).....	10
III.3.1.1.2	Glacis polygéniques nappant les reliefs(Qt)	10
III.3.1.1.3	(Qc).....	10
III.3.2	Mio-Pliocène.....	11

III.3.1.2.1	La nappe de Djemila.....	11
III.3.1.2.2	Yprésien - Lutétien inférieur (em)	11
III.3.1.2.3	L'ensemble allochtone sud sétifiennes	12
III.3.1.2.4	Cénomaniens et Turoniens(C).....	12
III.3.1.2.5	Albiens et Vraconiens (vn)	12
III.3.1.2.6	Aptien (n5)	12
III.3.1.2.7	Aptien marneux (n5a)	12
III.3.1.2.8	Le Barrémien (n4).....	12
III.3.1.2.9	Le Néocomien (n1-3).....	13
III.3.1.3	Le Jurassique.....	13
III.3.1.3.1	Le Jurassique dolomitique (Dogger à Malm(Jd)	13
III.3.1.3.2	Dogger calcaire(Ji)	13
III.4	Tectonique de la région.....	13
III.4.1	Les phases tectoniques majeures dans la région d'étude.....	13
III.4.2	La phase alpine.....	14
III.5	Conclusion.....	14
CHAPITRE II. HYDROCLIMATOLOGIE		
I	Introduction	15
II	Description du sous bassin versant de Bousselam amont.....	16
II.1	Situation géographique.....	16
II.2	Les caractéristiques physiques et morphométriques.....	18
II.2.1	La superficie.....	18
II.2.2	La forme du sous bassin.....	18
II.2.3	Les dimensions du rectangle équivalent.....	19
II.2.4	La répartition des tranches d'altitudes et la courbe hypsométrique	19
II.2.5	Les indices de pente et le relief.....	21
II.2.5.1	Indice de pente global (Ig).....	21
II.2.6	La classification des pentes.....	22
II.2.6.1	Les pentes faibles < 7.5 %.....	22
II.2.6.2	Les pentes moyennes 7.5% < p < 14 %.....	23
II.2.6.3	Les pentes fortes > 14%.....	23
II.2.7	Le temps de concentration.....	25
III	Description du sous bassin versant de Chott EL Beida	26

III.1	Situation géographique.....	26
III.2	Les caractéristiques physiques et morphométriques.....	26
III.2.1	La superficie.....	26
III.2.2	La forme du sous bassin.....	26
III.2.3	Relief et indice de Pente.....	28
III.2.4	Etude et représentation des altitudes.....	28
III.2.5	Recherche d'un modèle de représentation "rectangle équivalent"	29
III.2.6	Indice de Pente.....	30
III.2.7	Indice de pente globale.....	30
IV	Analyse des paramètres climatique.....	31
IV.1	Etude des précipitations.....	31
IV.1.1	Précipitations annuelles.....	32
IV.1.2	Précipitations mensuelles.....	33
IV.1.3	Précipitations saisonnières.....	33
IV.2	Etude des températures.....	35
IV.2.1	Températures minimale mensuelles.....	36
IV.2.2	Températures maximales mensuelles.....	36
IV.2.3	Températures moyennes mensuelles.....	37
IV.2.4	Températures mensuelles.....	38
IV.3	Etude du climat.....	39
IV.3.1	Méthode de visualisation (méthode graphique de Gaussen et Bagnouls)	39
IV.3.2	Indice d'aridité annuel de De. Martonne.....	40
IV.3.3	Méthode de Thornthwaite.....	41
IV.3.4	Méthode de Turc.....	42
IV.3.4.1	Calcul du bilan hydrologique par la méthode de Thornthwaite	43
IV.3.4.2	Estimation du ruissellement.....	44
IV.3.4.3	Estimation de l'infiltration.....	45
V	Conclusion.....	45
CHAPITRE III.HYDROGEOLOGIE		
II	Hydrogéologie de la région d'étude	47
II.1	Description des formations aquifères	47
II.1.1	Aquifère superficiel de Mio-Plio-Quaternaire.....	47
II.1.2	Aquifère profond (Jurassico-crétacé).....	47

II.2	Inventaire des points d'eau.....	47
II.3	Etude Piézométrique.....	47
II.3.1	Carte piézométrique.....	49
II.3.2	Le sens de l'écoulement	49
II.3.3	Gradient hydraulique	51
II.4	Pompage d'essais.....	51
II.4.1	Résultats d'essais	51
II.4.1.1	Forage Sidi Salah	52
II.4.2	Paramètres hydrodynamiques	52
II .4.2.1	La transmissivité.....	54
II .4.2.2	La perméabilité	54
II .4.2.3	Coefficient d'emmagasinement	54
II.5	Conclusion	55
CHAPITRE IV. HYDROCHIMIE		
I	Introduction.....	56
II	Lieux et dates de prélèvements.....	57
III	Calcul de la balance ionique.....	57
III.1	Caractéristiques physico-chimiques des eaux	60
IV	Les caractéristiques physiques	61
IV.1	Température.....	61
IV.2	Potentiel hydrogène (pH)	61
IV.3	La conductivité électrique (σ).....	62
V	Les caractéristiques chimiques.....	63
V.1	Les Cations.....	63
V.1.1	L'ion Calcium (Ca^{2+})	63
V.1.2	L'ion Magnésium (Mg^{+2})	64
V.1.3	L'ion Sodium (Na^{+})	65
V.2	Les anions	66
V.2.1	L'ion Bicarbonate (HCO_3^{-})	66
V.2.2	L'ion Chlorure (Cl^{-})	67
V.2.3	Les ions Sulfates (SO_4^{-2})	68
V.3	Faciès des eaux souterraines (Diagramme de Piper)	69
V.4	Qualité des eaux à la consommation humaine et à des fins d'irrigation.	72
V.5	Potabilité des eaux	72

TABLE DE MATIERE

V.6	Aptitude des eaux à l'irrigation	75
V.6.1	L'indice Kelly's Ratio (K.R.)	75
V.6.2	Sodium Absorption Ratio (S.A.R.) ou Pouvoir Alcalinisant.....	76
V	Conclusion	80
CHAPITRE V. Traitement statistique des données hydro-chimiques		
I	Introduction.....	81
II	Analyse multivarée	83
III	Conclusion.....	100
Conclusion général		101
Références bibliographiques		103
Liste des figures		106
Liste des tableaux		109
Liste des abréviations		111
Annexes		113