

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure 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 و علوم الارض
علوم الأرض



Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en
Hydrogéologie

Thème :

Contribution des approches hydro-chimiques et statistiques à
l'étude des eaux souterraines (cas de la nappe alluviale du
SEBAOU)

Présente par :
Seridj Khadidja
Hoceinat Dalal

Devant le jury :
Président : Dr .BENMARS.Kt
Encadreur : Mr. KERBOUB.DJ
Examineur : Dr .MAOU.A

Promotion : 2020/2021

Résumé :

Tizi Ouzou est une ville côtière, elle se situe dans la partie Nord centre de l'Algérie à une centaine de kilomètre à l'Est de la capitale Alger.

Cette région est constituée d'une succession de chaine de montagnes d'orientation Est/Ouest qui emprisonnent des plaines alluviales étroites.

La plaine alluviale du **SEBAOU** renferme le bassin versant du **SEBAOU**, une nappe considérable et capitale localisée dans un aquifère du MIOCENE et PLIO-QUATERNAIRE

Les eaux souterraines sont contenues dans les formations Alluvionnaires sous forme de terrasses emboîtées ou étagées et ont pour origine, l'impluvium et le ruissellement à partir des versants et des oueds adjacents.

L'écoulement des eaux est Nord/Sud, la pluviométrie est fonction de l'altitude et le climat subhumide à hiver doux.

L'étude hydro-chimique des eaux de la nappe a permis de mettre en évidence un Facies prédominant BICARBONATE CALCIQUE MAGNESIEN, ces eaux sont propices à l'irrigation.

L'approche statique appliquée ; Diagramme de Piper, Diagramme vertical Schoeller /Berkaloff, l'analyse des composantes principales (ACP), Boite de moustache et matrice de corrélation.

Sur les données hydro-chimique de l'aquifère alluvionnaire du **SEBAOU**, les valeurs des conductivités (CE) attestent d'une minéralisation moyenne.

Mots clé : Tizi ousou .Sebaou .plaine alluviale .aquifère. Bassin versant .pluviométrie .étude hydro-chimique. Facies. Irrigation.

Abstract :

TIZI OUZOU is a coastal city; it is located in the northern central part of Algeria about a hundred kilometers east of the capital Algiers.

This region is made up of a succession of east / west oriented mountain ranges that trap narrow alluvial plains.

The **SEBAOU** alluvial plain contains the **SEBAOU** watershed, a considerable and capital water table located in an aquifer of the MIOCENE PLIO-QUATERNARY.

Groundwater is contained in alluvial formations, in the form of nested or stepped terraces and originates from the impluvium and runoff from the slopes and adjacent wades.

The water flow is north / South; the rainfall depends on the altitude and the sub-humid climate with mild winters.

The hydro chemical study of the water in the water table has made it possible to highlight a predominant facies of CALSIQUE MAGNESIAN BICARBONATE; these waters are suitable for irrigation.

The statistical approach applied; PIPER diagrams, vertical SHOELLER / BERKALOFF diagram, principal component analysis (PCA), MUSTACHE BOX and correlation matrix.

On the hydro chemical data of the alluvial aquifer of **SEBAOU**, the values of the conductivity (CE) attest to an average mineralization.

Key word: Tizi ousou .Sebaou. Alluvial plains. Aquifer. Watershed. Rainfall. The hydro chemical study. Facies. irrigation.

ملخص:

تيزي وزو مدينة ساحلية تقع في الجزء الشمالي الأوسط من الجزائر على بعد حوالي مائة كيلومتر شرق العاصمة الجزائر.

تتكون هذه المنطقة من سلسلة متعاقبة من السلاسل الجبلية ذات الاتجاه الشرقي / الغربي والتي تحاصر السهول الرسوبية الضيقة.

يحتوي السهل الرسوبي **سيباو** على حوض المياه في **سيباو**، وهي طبقة مياه جوفية كبيرة وأساسية من عصر الميوسيني الرباعي ويتم احتواء المياه الجوفية في التكوينات الرسوبية على شكل مصاطب متداخلة أو متدرجة وينشأ منها الجريان تحت السطحي والجريان السطحي من المنحدرات والوديان المجاورة.

تدفع المياه شمال / جنوب، هطول الأمطار دالة على الارتفاع والمناخ رطب مع شتاء معتدل.

مكنّت الدراسة الهيدروكيميائية للمياه من المياه الجوفية من تسليط الضوء على الوجوه السائدة بيكربونات الكالسيوم والمغنيزيوم هذه المياه مناسبة للري.

النهج الثابت المطبق؛ مخطط باير، مخطط شولر العمودي / مخطط بيرك لوف، تحليل المكونات الرئيسية، مصفوفة شارب الصندوق ومصفوفة الارتباط.

على البيانات الهيدروكيميائية لطبقة المياه الجوفية الرسوبية لـ **سيباو**، فإن قيم التوصيلات تشهد على متوسط تمعدن.

الكلمات الدالة: تيزي وزو. السهول الرسوبية. منطقة متجمعات المياه. سهل. هطول الامطار. دراسة هيدروكيميائية. الوجوه السائدة. الري .

Table des matières

Table des matières

Introduction générale :	1
Chapitre I : Généralité	3
Introduction :	3
I.1.Contexte géographique de la région d'étude :.....	3
I.2.La géomorphologie	5
I.3.Réseaux hydrographiques :	6
I.4.Lithologie :	7
I.5.Végétation	8
Conclusion :	11
Chapitre II : Géologie	12
Introduction	12
II.1.Géologie régionale.....	12
II.1.1.La Zone interne.....	12
II.1.2.La Zone externe	12
II.1.3.Le domaine des Flysch	13
II.2. Géologie du bassin d'Oued Sebaou :.....	13
II.2.1. La Dorsale Kabyle :	13
II.2.2. Le Socle Kabyle :	17
II.2.3.L'Oligo- Miocène Kabyle :	17
II.2.4.L'unité Numidienne :.....	17
II.2.5.Les Flysch :.....	17
II.2.6. L'unité Tellienne de Dellys :	19
II.2.7.L'Olistostromes :	19
II.2.8.Les formations post –nappe :	19
II.2.9.Les Formations Quaternaires :.....	20
II.3. Géologie locale :	20
Conclusion.....	22
Chapitre III : hydro-Climatologie	23
Partie 01 : L'étude géomorphologique du bassin versant de Sebaou.....	23
Introduction	23
III.1.Les paramètres morpho métriques :	23
III.1.1.la surface (la superficie) :	23

Table des matières

III.1.2. Le périmètre :	23
III.1.3. l'indice de compacité (Kc) :	23
III.1.4. le rectangle équivalent :	24
III.2 Les caractéristiques topographiques :	25
III.2.1. La courbe hypsométrique :	25
III.2.2 Les indice de pente :	26
III.2.3. La dénivelée spécifique «DS en m) :	27
III.2.4. La moyenne du bassin versant Ibv (approximation rapide) :	28
III.2.5. Le temps de concentration (Tc) en heure :	28
Conclusion.....	29
Partie 02 : Climatologie.....	30
Introduction :	30
III.1. Caractéristiques des stations :	30
III.2. Etude des paramètres climatiques :	32
III.2.1. Les précipitations :	32
Total annual.....	33
Total annual.....	33
III.2.2. Température :	35
III.2.3. Diagramme Ombrothermique (pluviothermique): :	37
III.2.4. L'humidité (méthode d'Euverte) :	39
III.2.5. L'indice d'aridité annuel de MARTONE (1923) :	39
III.2.6 : L'insolation :	40
III.2.7. L'évaporation et l'évapotranspiration :	41
Tableau 13 : représentent les calculs de ETP :	42
Conclusion :	46
Chapitre IV : hydrogéologie.....	47
Introduction	47
I. Etude quantitative de la nappe alluviale de Sebaou	47
I.1. Les Aquifères :	47
I.1.1. La nappe moyenne de la vallée de Sebaou.....	49
I.1.2. La nappe du bas Sebaou : (nappe captive à semi captive)	49
I.1.3. La nappe du haut Sebaou : (Nappe libre).....	49
5.1- Cartes d'inventaire des points d'eau de la nappe phréatique du Quaternaire :	49
III. L'évolution du niveau piézométrique dans le temps :	52
III.1- campagne piézométrique 2013 :	52

Table des matières

III.2-compagne piézométrique 2015 :	54
III.3.comparaison entre les niveaux piézométrique de l'année 2015 et celui 2013 :.....	56
Conclusion :	57
Chapitre V : Analyses hydro-chimiques et statistiques	58
Partie 01 : Analyse hydro-chimique des résultats des eaux de la nappe alluviale du Sebaou	58
Introduction :	58
V.1.Le Calcul de la balance ionique ::	58
V.2.La Corrélation entre les anions et les cations	59
V.3.Les paramètres physico chimiques :.....	60
V.3.1. Les Paramètres physiques :	60
V.3.2. Les paramètres chimiques :	65
V.4.Classification des eaux souterraines de l'aquifère alluvionnaire du Sebaou :.....	72
V.4.1.Diagramme Piper :.....	72
I.5.2.Classification des eaux d'après Schoeller-Berkaloff :	74
V.4.3.Classification des eaux d'après STABLER :.....	76
V.5.Potabilité et qualité des eaux la nappe alluviale du Sebaou vis-à-vis de l'irrigation :	77
V.5.1.Potabilité des eaux :.....	77
V.6.Aptitude des eaux à des fins d'irrigation.....	78
V.6.1.Indice de Kelly's Ratio (K.R.) :.....	78
V.6.2. Pourcentage de Sodium (% Na+) (classification des eaux par la méthode de Wilcox) :....	78
V.6.3.Diagramme de Richards	81
V.6.4.Les Sources de pollution	82
V.7. Les contaminations des eaux souterraines.....	83
V.7.1. Les milieux traversés.....	83
V.7.2. La vitesse d'infiltration :	84
V.8. Origine de la pollution du secteur d'étude Sebaou :.....	84
Partie 02 : Analyse statistique des résultats des eaux souterraine de la nappe alluviale de Sebaou :....	86
Introduction :	86
V.1. Présentation du Logiciel SPSS :.....	86
V.1.1.Historique :.....	86
V.1.2.Définition de SPSS.....	86
V.1.3. Fonctionnalité de SPSS :	87
V.1.4.Démarrage :	87
V.2.Diagramme en boîtes à moustaches par SPSS :	89
V.2.1.Définition :	89

Table des matières

V.2.2.Objectif :	89
V.2.3.Représentation des boîtes à moustaches	89
V.3. Analyse en composantes principales ACP :	91
V.3.1.Définition :	91
V.3.2.Objectif :	91
V.3.3.La matrice des coefficients de corrélation :	92
V.3.4.Explication de la règle de Kaiser :	92
V.3.4.Règle de l'inertie minimale :	95
II.3.5.Interprétation de l'analyse en composante principale : (choix et définition des facteurs) :.	97
V.3.6.Composent plot in rotated space:.....	99
Conclusion :	103
Conclusion générale	
Bibliographie	
Annexes	