



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Science du sol

القسم: علم التربة

Spécialité : Sol, Protection et mise en valeur des terres

التخصص: التربة، حماية و تحسين الاراضي

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

THEME

Salinité des eaux et des sols dans la région de M'lili (Wilaya de Biskra)

Présenté par : M^{lle} MASMOUDI Aya

Soutenu le : 15 / 12 / 2021

M^{lle} LARIBI Sara

Devant le jury composé de :

Présidente : M^{elle} BOUREGHDA N.

Maître de Conférences A (ENSA, Alger)

Promoteur : Mr SEMAR A.

Professeur (ENSA, Alger)

Examineurs : Mr LARIBI A.

Maître de Conférences A (ENSA, Alger)

Mr OUAMERALI K.

Maître Assistant A (ENSA, Alger)

Promotion : 2016– 2021

Table de matière

Table de matière	I
Liste des figures	V
Liste des tableaux	VII
Liste d'abréviations	VIII
Introduction générale.....	1
Introduction	3
I. Salinité des eaux d'irrigation	3
I.1. Ressource en eau pour l'irrigation en Algérie.....	3
I.2. Définition de la salinité des eaux souterraines	3
I.3. Origine de la salinité des eaux souterraines	4
I.4. Grandeurs d'évaluation pour la qualité d'eau d'irrigation	4
I.4.1. Conductivité électrique.....	4
I.4.2. pH de l'eau d'irrigation	5
I.4.3. Sodium adsorption ratio.....	6
I.4.4. Classification de Riverside	7
II. Salinité des sols	9
II.1. Salinisations des sols.....	9
II.2. Origine de la salinité	9
II.2.1. Salinisation primaire, naturelle.....	9
II.2.1.1. Altération des minéraux.....	9
II.2.1.2. Salinité due aux sels fossiles	10
II.2.1.3. Evaporation des nappes phréatiques.....	10
II.2.2. Salinisation secondaire, d'origine anthropique	10
II.3. Paramètres de caractérisation de la salinité du sol.....	10
II.3.1. Conductivité électrique de la solution du sol	10
II.3.2. pH du sol	11
II.3.3. Alcalinité résiduelle.....	12
II.3.3.1. Alcalinité résiduelle calcite.....	13
III. Géochimie des eaux et des sols	13
III.1. Facies chimiques des eaux salines, interprétation par diagramme de Piper	13
III.2. Indice de saturation.....	14
III.3. Indice chloro-alcalin	15

III.4. Diagrammes de concentrations.....	15
IV. Distribution du calcaire et du gypse.....	16
IV.1. Calcaire.....	16
IV.1.1. Répartition du calcaire dans les sols.....	16
IV.2. Gypse.....	17
IV.2.1. Origine du gypse dans le sol.....	17
V. Echantillonnage des eaux et des sols.....	17
V.1. Echantillonnage de l'eau.....	17
V.2. Echantillonnage composite du sol.....	18
Conclusion.....	18
Introduction.....	19
II.1. Situation géographique.....	19
II.2. Aperçu géomorphologique.....	20
II.2.1. Montagnes.....	20
II.2.2. Plateaux.....	21
II.2.3. Plaines.....	21
II.2.4. Dépressions.....	21
II.3. Sols.....	21
II.4. Aperçu géologique.....	21
II.4.1. Quaternaire.....	22
II.4.2. Tertiaire.....	22
II.4.3. Secondaire (Crétacé).....	23
II.5. Ressources en eau.....	24
II.5.1. Ressources superficielles.....	24
II.5.1.1. Hydrographie.....	24
II.5.1.2. Barrages.....	24
II.5.2. Cadre hydrogéologique.....	25
II.6. Cadre climatique.....	26
II.6.1. Précipitations.....	26
II.6.2. Température.....	27
II.6.3. Evapotranspiration.....	27
II.7. Synthèse climatique (Relation température-précipitation).....	28
II.7.1. Diagramme ombro-thermique de Gaussen et Bagnouls (1953).....	28
II.7.2. Méthode d'Euverte.....	29

II.7.3. Détermination de l'aridité par l'indice de De Martonne (1923)	30
Conclusion.....	30
Introduction	32
III.1. Choix de la région d'étude.....	32
III.2. Échantillonnage	33
III.2.1. Echantillonnage des eaux.....	34
III.2.1.1. Exécution des prélèvements d'eau	34
III.2.1.2. Stockage des échantillons.....	35
III.2.2. Echantillonnage du sol.....	36
III.2.2.1. Préparation des échantillons de sol	37
III.3. Détermination des paramètres physico-chimiques	37
III.3.1. Paramètres analysés	37
III.3.2. Méthodes d'analyses des eaux.....	39
III.3.2.1. Conductivité électrique et le pH.....	39
III.3.2.2. Dosage des cations	39
III.3.2.2.1. Calcium et magnésium	39
III.3.2.2.2. Sodium et Potassium	40
III.3.2.3. Dosage des anions	40
III.3.2.3.1. Sulfates	40
III.3.2.3.2. Chlorures	40
III.3.2.3.3. Bicarbonates et carbonates	40
III.3.3. Méthodes d'analyses des sols	41
III.3.3.1. Conductivité électrique et le pH.....	41
III.3.3.2. Bilan ionique	41
III.3.3.3. Dosage du gypse.....	41
III.3.3.4. Dosage du calcaire total	42
III.3.3.5. Granulométrie.....	42
III.4. Traitement des données	43
III.4.1. Google Earth Pro	43
III.4.2. Phreeqc interactive 3.3.7-11094	43
III.4.3. Logiciel d'Hydrochimie d'Avignon.....	43
III.4.4. XLSTAT	43
Introduction	44
IV.1. Aspects géochimiques des eaux d'irrigation	44

IV.1.2. Paramètres physico-chimiques	44
IV.1.3. Paramètres chimiques	46
IV.1.4. Classification des eaux selon les diagrammes de Piper et de Riverside.....	47
IV.1.4.1. Classification selon le diagramme de Piper	47
IV.1.4.2. Classification selon le diagramme de Riverside	48
IV.1.5. Indice d'échange de base	49
IV.2. Etude des sols irrigués.....	49
IV.2.1. Paramètres physique et chimiques des sols	49
IV.2.1.1. Granulométrie	49
IV.2.1.2. Taux de calcaire et taux de gypse	50
IV.2.2. Paramètres physico-chimiques et chimiques des solutions du sol.....	52
IV.2.2.1. Etude comparative entre les paramètres physico-chimiques des solutions du sol.....	52
IV.2.2.2. Caractéristiques chimiques des solutions du sol	54
IV.2.3. Faciès chimiques des solutions des sols	55
IV.2.3.1. Classification selon le diagramme de Piper	55
IV.2.4. Indice de saturation.....	56
IV.2.5. Diagramme de concentration	57
IV.2.6. Alcalinité résiduelle et voie de salinisation	59
IV.3. Approche statistique multivariée des eaux et des solutions des sols irrigués	60
IV.3.1. Eau d'irrigation.....	60
IV.3.1.1. Matrice de corrélation	60
IV.3.1.2. Analyses en composantes principales	61
IV.3.2. Sols irrigués	62
IV.3.2.1. Matrice de corrélation	62
IV.3.2.2. Analyses en composantes principales	63
Conclusion générale	65
Références bibliographiques	68
Résumé	73

Résumé

Ce travail est basé sur les approches géochimique et statistique multivariée pour étudier les eaux d'irrigation et les solutions des sols (irrigués et témoins) de la région de M'lili (Biskra). Les résultats montrent que l'eau d'irrigation est dominée par un faciès chimique de type sulfaté magnésien, très minéralisée et de mauvaise qualité. Les précipitations de la calcite et du gypse associées probablement aux échanges ioniques entre la solution et le complexe adsorbant sont suffisantes pour expliquer le comportement géochimique des solutions. Le faciès chimique dominant des solutions de sols irrigués est de type sulfaté-magnésien alors que celui des sols témoins est dominé par le type chloruré-sodique et sulfaté sodique. La caractérisation géochimique des sols (irrigués et témoins) montre un signe positif de l'ARC et de l'ARC+g avec évolution similaire. Les minéraux carbonatés sont susceptibles de se précipiter par contre les minéraux sulfatés sont à l'équilibre (gypse) ou légèrement en état de sous-saturation (anhydrite). La dissolution de certains minéraux entraîne une diminution de la composition de la solution des sols en calcium et une augmentation en alcalinité, ce qui explique la voie de salinité de type neutre.

Mots clés : eaux, géochimie, M'lili., salinité, sols.

Abstract

This work is based on geochemical and multivariate statistical approaches to study the irrigation water and soil solutions (irrigated and control) of the M'lili region (Biskra). The results show that the irrigation water is dominated by a chemical facies of the magnesian sulphate type, highly mineralized and of poor quality. The precipitation of calcite and gypsum, probably associated with ionic exchanges between the solution and the adsorbent complex, is sufficient to explain the geochemical behavior of the solutions. The dominant chemical facies of the irrigated soil solutions is of the sulphate-magnesium type, whereas that of the control soils is dominated by the chloride-sodium and sulphate-sodium types. The geochemical characterization of the soils (irrigated and control) shows a positive sign of ARC and ARC+g with similar evolution. Carbonate minerals are likely to precipitate, whereas sulphate minerals are at equilibrium (gypsum) or slightly under saturated (anhydrite). The dissolution of certain minerals leads to a decrease in the calcium composition of the soil solution and an increase in alkalinity, which explains the neutral salinity path.

Key words: geochemistry, M'lili salinity, soils, waters.

خلاصة البحث

يعتمد هذا العمل على مناهج جيوكيميائية وإحصائية متعددة المتغيرات لدراسة مياه الري ومحاليل التربة (المسقية والشاهدة) في منطقة مليلي (بسكرة). بينت النتائج أن مياه الري تسودها مظاهر كيميائية من نوع كبريتات المغنيسيوم، شديدة التمعدن وذات نوعية رديئة. من المحتمل أن يكون ترسب الكلس والجبس المرتبط بالتبادلات الأيونية بين المحلول والمركب الممتز كافياً لشرح السلوك الجيوكيميائي للمحاليل. السحنات الكيميائية السائدة لمحاليل التربة المسقية هي من النوع الكبريتيد المغنيسي، بينما يسيطر نوع كلوريد الصوديوم والصوديوم الكبريت على التربة الشاهدة. يُظهر التوصيف الجيوكيميائي للتربة (المسقية والشاهدة) علامة إيجابية على ARC و ARC + g مع تطور مماثل. من المحتمل أن تترسب معادن الكربونات، لكن المعادن الكبريتية تكون في حالة توازن (جبس) أو أقل تشبعاً قليلاً (أنهيدريت). يؤدي انحلال بعض المعادن إلى انخفاض الكالسيوم في تكوين محلول التربة وزيادة القلوية، وهو ما يفسر مسار الملوحة من النوع المحايد.

مفاتيح البحث: التربة، الجيوكيمياء، المياه، الملوحة، مليلي.