

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراش-الجزائر
Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach-Alger

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master
Département : Science du sol
Spécialité : Sol, protection et mise en valeur des terres

THEME

Utilisation de l'imagerie satellitaire Landsat et d'un système d'information géographique dans l'évaluation de l'état de salinité des sols du périmètre irrigué de la Mina (Relizane)

Présenté par : M^{elle}. LEFKI Ryma

Soutenu le : 17/12/2018

Jury :

Président : Mr. SEMAR A.

Professeur (ENSA)

Promoteur : Mr. LARIBI A

Maitre de conférences B (ENSA)

Examinatrices : M^{me}. ZERROUK F.

Maitre assistante A (ENSA)

M^{me}. BELKHELFA L.

Maitre assistante A (ENSA)

Promotion : 2013/2018

Tables des matières

Liste des figures.....	I
Liste des tableaux.....	III
Liste des abréviations.....	V
Introduction générale	1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Introduction	3
1. Salinité des sols.....	3
1.1. Concept de salinité du sol.....	3
1.2. Les types de salinité des sols	3
1.2.1. La salinité primaire	3
1.2.2. La salinité secondaire	4
1.3. Les causes de la salinité des sols	4
1.3.1. Dans les zones irriguées	4
1.3.1.1. Utilisation des eaux salines pour l'irrigation	4
1.3.1.2. Absence de drainage.....	5
1.3.1.3. Elévation de la nappe phréatique sous irrigation	5
1.3.1.4. Intrusion marine.....	6
1.3.2. Dans les zones arides et semi-arides.....	6
1.3.2.1. Effet de l'évapotranspiration	6
2. Classification des sols salins	6
3. Etude de la salinité des sols.....	7
3.1. Etude des sols salés dans le monde	7
3.2. Etude des sols salés en Algérie	8
4. Les méthodes de mesure de la salinité des sols	9

4.1. Les méthodes conventionnelles	9
4.2. La méthode par induction électromagnétique (EM-38)	9
5. Distribution spatiale de la salinité des sols	10
5.1. Application des systèmes d'information géographique dans l'évaluation de la salinité des sols.....	10
5.2. Application de la télédétection dans l'évaluation de la salinité du sol	10
5.2.1. Définition de la télédétection et son rôle	10
5.3. Evaluation de la salinité des sols à l'aide de la réflectance	12
5.3.1. Comportement spectral des sols salins	12
5.3.2. Facteurs affectant la réflectance des sols salins	13
5.3.2.1. Etat de surface (rugosité - couleur).....	13
5.3.2.2. L'humidité.....	13
5.3.2.3. Les teneurs et la nature des sels	14
5.3.2.4. La végétation halophyte.....	14
5.3.3. Examen des différents indices pour l'évaluation de la salinité des sols	14
5.3.3.1. Les indices de salinité	14
5.3.3.2. Les indices de végétation.....	16

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Présentation du périmètre de la Mina.....	19
1.1. Description de la zone d'étude.....	19
1.2. Synthèse climatique	21
1.2.1. Les précipitations.....	21
1.2.2. Les températures.....	21
1.2.3. L'évapotranspiration	22
1.2.4. Le diagramme Ombrothermique de Gaussen	22

1.3. La géologie	23
1.4. La géomorphologie	23
1.5. Hydrologie et hydrogéologie	24
1.6. Les sols.....	24
1.6.1. Les sols peu évolué	24
1.6.2. Les sols calcimagnésiques.....	24
1.6.3. Les sols isohumiques	25
1.6.4. Les sols halomorphes	25
1.7. Occupation du sol	25
2. Approche méthodologique	26
2.1. Echantillonnage des sols et analyse de laboratoire	26
2.1.1. Evaluation de la salinité totale du sol.....	28
2.1.1.1. Principe de fonctionnement de la sonde EM-38.....	28
2.1.1.2. Extrait dilué 1/5 ($CE_{1/5}$)	30
2.1.1.3. Extrait de pate saturée (CE_{ps}).....	31
2.1.2. Analyse du calcaire total du sol	32
2.1.3. Analyse de l'humidité résiduelle	33
2.2. Les données de l'image satellitaire	33
2.2.1. Informations générales sur le capteur Landsat 8.....	33
2.2.2. Analyse d'image.....	35
2.3. Analyse statistique.....	35

Chapitre III: Résultats et discussion

1. Evaluation de la salinité à partir des données de terrain et des mesures au laboratoire.....	37
1.1. Distribution spatiale de la salinité à partir de l'extrait dilué ($CE_{1/5}$).....	37

1.2. Distribution spatiale de la salinité à partir de l'extrait de la pâte saturée (CE_{ps}).....	38
1.3. Les mesures électromagnétiques (CE_a)	40
1.3.1. Etalonnage des lectures électromagnétiques	41
2. Distribution spatiale du calcaire total ($CaCO_3$).....	42
3. Distribution spatiale de l'humidité du sol (H%)	44
4. Evolution de la salinité selon la profondeur (profil salin).....	45
5. Evolution temporelle de la salinité de l'horizon de surface.....	49
6. Evaluation de la salinité à partir des données de l'imagerie satellitaire Landsat	50
6.1. Matrice de corrélation entre la CE_{ps} du sol et les différentes bandes spectrales.....	50
6.2. Matrice de corrélation entre la CE_{ps} et les indices dérivés à partir de l'image Landsat.....	51
6.3. Développement d'un modèle de régression pour la prédiction de la salinité des sols.....	54

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Résumé

La salinisation des sols est l'un des processus de dégradation des sols les plus courants, notamment dans les régions arides et semi-arides. L'objectif de cette étude est d'évaluer la salinité des sols du périmètre irrigué de la Mina en utilisant la télédétection et les systèmes d'information géographique (SIG). A cet effet, plusieurs échantillons de sol ainsi que des lectures EM38 ont été prélevées sur le terrain. Par ailleurs, plusieurs indices spectraux ont été calculés à partir des bandes spectrales de l'image satellitaire Landsat 8. Les résultats ont montré une bonne corrélation entre les bandes spectrales visible et les valeurs de la conductivité électrique mesurées (CE_{ps}). La recherche du meilleur modèle de prédiction entre les bandes spectrales, les indices spectraux et les valeurs de la salinité (CE_{ps}) a révélé que la combinaison des bandes spectrales (vert et rouge) et de l'indice de salinité IS2 constituent les variables pertinentes pour la cartographie de la variation de la salinité du sol ($r = 0.45$; $p < 0.01$). Le modèle obtenu pour la zone d'étude indique que près de 8% et 17.1% de la surface étudiée représente des sols salins à extrêmement salins et légèrement salins, respectivement. A l'issue de cette recherche, la télédétection spatiale apparaît comme un outil prometteur pour cartographier la salinité des sols des zones irriguées.

Mots clés : Salinité du sol, Landsat 8, indices spectraux ; SIG.

Abstract

Soil salinization is one of the most common soil degradation processes, especially in arid and semi-arid regions. The objective of this study is to evaluate the soil salinity of the irrigated perimeter of the Mina using remote sensing and geographical information systems (GIS). For this purpose, several soil samples as well as EM38 readings were taken in the field. In addition, several spectral indices were calculated from the spectral bands of the Landsat 8 satellite image. The results showed a good correlation between the visible spectral bands and the measured electrical conductivity values (CE_{ps}). The search for the best prediction model between the spectral bands, the spectral indices and the salinity values (CE_{ps}) revealed that the combination of the spectral bands (green and red) and the IS2 salinity index are the relevant variables for the mapping of the soil salinity variation ($r = 0.45$, $p < 0.01$). The obtained model for the study area indicates that nearly 8% and 17.1% of the study area represents saline to extremely saline and slightly saline soils, respectively. At the end of this research, spatial remote sensing appears as a promising tool for mapping soil salinity in irrigated areas.

Key words: Soil salinity, Landsat 8, spectral indices; GIS.

خلاصة البحث

ملوحة التربة هي واحدة من عمليات تدهور التربة الأكثر شيوعاً، وخاصة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم ملوحة التربة في محيط المروية مينا باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. لهذا الغرض، تم أخذ عينات عديدة من التربة وكذلك قراءات EM38 في هذا المجال. وبالإضافة إلى ذلك، تم حساب عدة مؤشرات طيفية من نطاقات طيفية من صور الأقمار الصناعية لاندسات 8. أظهرت النتائج وجود علاقة جيدة واضحة بين نطاقات طيفية وقيم التوصيل الكهربائي. وكشف البحث عن أفضل نموذج للتنبؤ بين النطاقات الطيفية، والمؤشرات الطيفية وقيم الملوحة (CE_{ps}) أن توليفة النطاقات الطيفية (الأخضر والأحمر) ومؤشر الملوحة IS2 هي المتغيرات ذات الصلة لرسم خرائط تغير الملوحة في التربة ($r = 0.45$, $p < 0.01$). يشير النموذج الذي تم الحصول عليه لمنطقة الدراسة إلى أن ما يقرب من 8% و 17.1% من مساحة الدراسة تمثل الترب المالحة إلى شديدة الملوحة والتربة المالحة قليلاً، على التوالي. في نهاية هذا البحث، يظهر الاستشعار عن بعد المكاني كأداة واعدة لرسم خرائط ملوحة التربة في المناطق المروية.

مفاتيح البحث : ملوحة التربة، لاندسات 8، المؤشرات الطيفية، GIS.