



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 des sols

القسم: علم التربة

Spécialité : Sol, protection et mise en valeur des terres

التخصص: التربة، حماية وتحسين الاراض

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

**THEME**

## Prédiction spatiale du carbone organique des sols par imagerie satellitale Landsat 8.

Présenté Par : M<sup>lle</sup>. ABDELOUAHAD Radjae

Soutenu le : 14/12/2021

M<sup>lle</sup>. TAMINE Imane

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

Mr LARIBI A.

Maitre de conférences A à l'ENSA

Président :

Mr DAOUD Y.

Professeur à l'ENSA

Examinatrices :

M<sup>me</sup>. SAFTA- ZERROUK F.

Maitre assistante A à l'ENSA

M<sup>me</sup>. BELKHELFA- FARES L.

Maitre assistante A à l'ENSA

Promotion : 2016 – 2021

## Table des matières

Liste des figures.....	I
Liste des Tableaux : .....	II
Liste d'abréviations .....	III
Introduction générale.....	1

### CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

Introduction .....	3
<b>1 Carbone organique .....</b>	<b>3</b>
1.1 Définition du Carbone organique .....	3
1.2 Origine du Carbone organique .....	3
1.3 Cycle du carbone organique .....	4
1.4 Carbone organique et matière organique dans le sol .....	6
1.5 Matière organique et rapport C/N.....	6
1.6 Dynamique du carbone organique dans le sol .....	7
1.6.1 Séquestration du carbone organique .....	7
1.6.2 Stockage du carbone organique du sol .....	7
1.6.3 Distribution du carbone organique du sol .....	8
1.7 Rôle du carbone organique et matière organique .....	8
1.8 Teneur du carbone organique dans les sols en Algérie et dans le monde .....	9
<b>2 Télédétection .....</b>	<b>12</b>
2.1 Définition de la télédétection.....	12
2.2 Bases physiques de la télédétection .....	13
2.2.1 Spectre électromagnétique.....	13
2.2.2 Réflectance de la surface de la terre .....	14
2.2.3 Signature spectrale.....	14
2.2.4 Signature spectrale des principales surfaces naturelles .....	15
2.2.4.1 La végétation.....	15
2.2.4.2 L'eau .....	15
2.2.4.3 Sol.....	15
2.3 Caractéristiques des satellites de télédétection .....	15
2.3.1 Résolution des capteurs.....	16

2.3.1.1	Résolution spatiale .....	16
2.3.1.2	Résolution spectrale .....	16
2.3.1.3	Résolution radiométrique .....	16
2.3.1.4	Résolution temporelle .....	16
2.3.2	Fauchée.....	17
3	Caractéristiques orbitales des satellites pour la Télédétection.....	18
3.1	Orbite.....	18
3.2	Types des Satellites selon leurs orbites.....	18
3.2.1	Satellites géostationnaires.....	18
3.2.2	Satellites à orbite quasi polaire.....	18
3.2.3	Satellites à orbite Héliosynchrone.....	18
4	Programme Landsat.....	18
4.1	Missions de Landsat 8 .....	18
4.2	Capteurs de Landsat 8.....	18
4.3	Bandes de Landsat 8 .....	19
5	Apport de la télédétection dans l'étude du carbone organique du sol .....	20
	Conclusion.....	20

## CHAPITRE II : Matériel et méthodes

	Introduction .....	21
1	Données générales sur la zone d'étude (Oued El Alleug).....	22
2	Approche méthodologique .....	23
2.1	Protocole d'échantillonnage des sols et analyse du carbone au laboratoire .....	23
2.2	Les sources de données multispectrales .....	25
2.3	Traitement et analyse des images satellitaires .....	25
2.4	Extraction des paramètres topographiques .....	26
2.5	Indices Spectraux pour la prédiction du carbone organique des sols .....	26
2.5.1	L'indice de végétation par différence normalisée ou indice de Tucker (NDVI) .	26
2.5.2	L'indice du sol nu (BSI).....	27
2.5.3	L'indice de végétation ajusté pour le sol (SAVI) .....	27
2.5.4	L'indice du Carbone organique du sol (SOCi) .....	27
2.6	Le modèle de prédiction .....	28
2.7	Le modèle de régression linéaire pas à pas ou Stepwise (SLR).....	28

2.8	Validation du modèle et évaluation .....	28
2.9	L'analyse statistique .....	29

### CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Introduction .....	30
1. Relation entre le carbone organique du sol mesuré et les données Landsat .....	30
2 Relation entre le carbone organique du sol mesuré et les paramètres topographiques . .....	35
2.1 Relation entre le carbone organique du sol mesuré et le gradient de pente, exposition et ombrage .....	35
2.2. Relation entre le carbone organique mesuré et l'élévation .....	36
3 Relation entre la topographie et les indices spectraux.....	36
4 Développement d'un modèle de régression pour la prédiction du carbone organique du sol .....	38
5 Validation de la prédiction des teneurs du carbone organique du sol .....	40
Conclusion générale .....	41
Références bibliographiques	
Résumé	

## Résumé

Le carbone organique du sol (COS) est un élément très important de la fertilité du sol. Il est le principal constituant des matières organiques du sol qui en contiennent entre 55 et 60 %. Le présent travail de recherche a pour objectif de construire un modèle statistique de prédiction du COS pour la commune d'Oued El Alleug en utilisant l'imagerie satellitale Landsat- 8 OLI/TIRS. L'étude des corrélations statistiques entre les données spectrales et le COS a montré qu'il est possible d'utiliser les bandes B2 et B6 pour la prédiction spatiale du COS. Les résultats ont également montré que les variables topographiques ne sont pas déterminantes dans la prédiction spatiale du carbone organique du sol. Le modèle de prédiction obtenu a présenté une performance acceptable avec un  $R^2 = 0,7$  et une RMSE = 7,08 g/kg en validation. Ce modèle pourra être amélioré en augmentant le nombre d'échantillons de sol. Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude sont intéressants dans la mesure où ils faciliteront les prises de décisions en matière de pratiques de conservation des sols.

**Mots clés :** carbone organiques du sol, Landast 8 OLI/TIRS, modèle de prédiction, paramètres topographiques, SIG.

## Abstract

Soil organic carbon (SOC) is a very important component of soil fertility. It is the main component of soil organic matters which contain between 55 and 60%. The purpose of this current research work is to build a prediction model of SOC using the satellite imagery of Landat 8 OLI/TIRS of the municipality of Oued El Alleug. The statistical correlations study between the spectral data and SOC showed that it is possible to use the B2 and B6 to predict spatially the SOC. The results also showed that the topographic variables are not determinant in the spatial prediction of soil organic carbon. The resulting prediction model showed acceptable performance with  $R^2 = 0.7$  and RMSE = 7.08 g/kg during the validation. This model can be improved by increasing the soil samples number. The results of this study are interesting as they will facilitate decisions making in soil conservation practices.

**Keywords:** GIS, Landast 8 OLI/TIRS, prediction model, soil organic carbon topographic parameters, soil organic carbon.

## خلاصة البحث

يعتبر الكربون العضوي للتربة عنصراً مهماً جداً لخصوبة التربة وهو المكون الأساسي للمادة العضوية في التربة، حيث يحتوي على ما بين 55 و60٪. الهدف من هذا العمل البحثي هو تطوير نموذج إحصائي للتنبؤ بالكربون العضوي في التربة (COS) بواسطة صور الأقمار الصناعية Landsat-8 OLI/TIRS لبلدية واد العلايق. أظهرت دراسة الارتباطات الإحصائية بين البيانات الطيفية وCOS أنه من الممكن استخدام نطاقي B2 وB6 للتنبؤ بالتوزيع المكاني لـ COS. وقد أظهرت النتائج أيضاً أن المتغيرات الطبوغرافية ليست حاسمة في التنبؤ المكاني للكربون العضوي في التربة. قدم نموذج التنبؤ الذي تم الحصول عليه أداءً مقبولاً مع  $R^2 = 0.7$  و RMSE = 7.08 غرام/كغرام في التحقق. يمكن تحسين هذا النموذج عن طريق زيادة عدد عينات التربة. النتائج التي تم الحصول عليها في إطار هذه الدراسة مثيرة للاهتمام بقدر ما ستسهل اتخاذ القرار في ممارسات الحفاظ على التربة.

**مفاتيح البحث:** الكربون العضوي للتربة، Landsat-8 OLI/TIRS، إعدادات طبوغرافية، نموذج التنبؤ، نظام المعلومات الجغرافية.