



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 وتحسين الأراضي

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention du Diplôme De Master

**SUJET**

**Application des réseaux de neurones artificiels à  
la classification des sols à sels**

Présenté par : CHEBAB Walid

Soutenu publiquement le 08 /07 /2025

MOHAND OUSAID Melissa

Devant le jury :

Président du jury :

M. OUAMERALI A.

Maitre-Assistant à l'ENSA.

Mémoire dirigé par :

M. HADJ MILOUD S.

Maitre de conférences à l'ENSA.

Examinatrice :

Mlle. RAHMOUNI A.

Maitre-Assistant à l'ENSA.

Promotion : 2019 / 2025

## Table des matières

Liste des tableaux.....	I
Liste des figures.....	III
Liste des équations.....	IV
Liste des abréviations.....	V
INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
1. LES SOLS SALES .....	4
1.1. La salinité .....	4
1.2. La sodicité .....	4
1.3. Les sels solubles .....	4
2. CARACTERISTIQUES DES SOLS SALES.....	5
2.1. La conductivité électrique .....	5
2.2. Le pourcentage du sodium échangeable (ESP) .....	6
2.3. Rapport d'adsorption du sodium (SAR) .....	7
2.4. La réaction du sol .....	8
3. LES PROBLEMES POSES PAR LA SALINITE EN AGRONOMIE .....	8
4. CLASSIFICATION DES SOLS SALES.....	9
4.1. Classification des Solonchaks du nord de l'Algerie .....	10
4.2. Les Calcisols de l'Algerie .....	12
4.3. Les Gypisols de l'Algerie.....	13
5. COMPLEXITE TAXONOMIQUE DES SOLONCHAKS DU NORD ALGERIEN : ENTRE CALCISOLS ET GYPSISOLS .....	14
6. RESEAUX DE NEURONES ARTIFICIELS : CONCEPTS ET FONCTIONNEMENT.....	14

6.1. Définition des RNA.....	14
6.2. Fonctionnement des RNA .....	15
6.3. Types des Réseaux de Neurones Artificiels (RNA).....	16
6.4. Apprentissage des Réseaux de Neurones Artificiels (RNA).....	19
<b>7. APPLICATION DES RNA EN SCIENCES DES SOLS .....</b>	<b>20</b>
7.1. Classification et cartographie des types de sols .....	20
7.2. Estimation et cartographie de la salinité des sols.....	20
7.3. Détection et caractérisation de la pollution des sols .....	21
7.4. Prédiction de la matière organique des sols .....	21
7.5. Prédiction de la teneur en éléments nutritifs .....	22
7.6. Modélisation des propriétés hydriques des sols .....	22
<b>8. LA REGRESSION LOGISTIQUE (RL) .....</b>	<b>22</b>
8.4. Définition .....	22
8.5. Principe de fonctionnement et relation entre les variables.....	23
8.6. Différents types de RL .....	24
8.7. Avantages de la RL .....	24
8.8. Application de RL en agronomie .....	25
8.9. Limites de la régression logistique.....	25
<b>9. Comparaison entre RNA et modèles conventionnels pour la prédiction .....</b>	<b>26</b>
<b>CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>27</b>
<b>1. MATERIEL .....</b>	<b>27</b>
<b>2. METHODOLOGIE .....</b>	<b>28</b>
2.1. Préparation de données .....	29
2.2. Logiciel utilisé.....	29

2.3. Modélisation par RNA .....	29
2.4. Modélisation par RL .....	36
<b>CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>41</b>
<b>1. MODELES DE RNA POUR LA CLASSIFICATION DES SOLS SALES.....</b>	<b>41</b>
1.1. Modèle 1.....	41
1.2. Modèle 2.....	46
1.3. Modèle 3.....	51
1.4. Synthèse globale des modèles RNA .....	58
<b>2. CONSTRUCTION DES MODELES "POUR LA CLASSIFICATION PAR RL. 59</b>	
2.1. Prédiction des Solonchaks.....	59
2.2. Prédiction des Gypsisols .....	62
2.3. Prédiction des Calcisols .....	65
<b>3. COMPARAISONS DES RESULTATS DES DEUX APPROCHES UTILISEES 68</b>	
<b>4. DISCUSSION GENERALE .....</b>	<b>70</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>75</b>

## Abstract

This thesis aims to develop three classification models based on Artificial Neural Networks (ANNs) to identify three types of salt-affected soils: Solonchaks, Gypsisols, and Calcisols, using physico-chemical data from 112 soil profiles collected in northern Algeria. These profiles were classified according to the World Reference Base for Soil Resources (WRB, 2022). A comparison with logistic regression (LR) was also conducted to evaluate the predictive performance of both methods. The results highlight the superiority of ANNs in terms of classification accuracy, confirming their relevance for soil prediction in arid and semi-arid environments.

**Keywords:** Artificial Neural Networks, Logistic Regression, Salt-affected Soils, Solonchaks, Calcisols, Gypsisols, Classification, Algeria

## ملخص

يهدف هذا المذكرة إلى تطوير ثلاثة نماذج تصنيف تعتمد على الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) بهدف التعرف على ثلاثة أنواع من الترب المالحة: (Solonchaks) ، و(Gypsisols) ، و(Calcisols) ، وذلك انطلاقاً من معطيات فيزيائية-كيميائية مستخرجة من 112 قطاعاً ترابياً من شمال الجزائر. وقد تم تصنيف هذه القطاعات وفقاً لمعايير التصنيف العالمي المرجعي للترب (WRB 2022). كما تم إجراء مقارنة مع أسلوب الانحدار اللوجستي (RL) لتقييم الأداء النسبي لكل من الطريقتين. وقد أظهرت النتائج تفوق الشبكات العصبية الاصطناعية من حيث القدرة التنبؤية، مما يؤكد أهميتها في نمذجة الترب المالحة في السياق المدروس

الكلمات المفتاحية: الشبكات العصبية الاصطناعية، الانحدار اللوجستي، الترب المالحة، السولونتشاك Solonchaks، الكالسيصول Calcisols ، الجبسيصول Gypsisols ، التصنيف، الجزائر.

## Résumé

Ce mémoire a pour objectif de développer trois modèles de classification basés sur les réseaux de neurones artificiels (RNA) afin d'identifier trois types de sols salés : Solonchaks, Gypsisols et Calcisols, à partir de données physico-chimiques issues de 112 profils pédologiques du nord de l'Algérie. Ces profils ont été classifiés selon les critères de la WRB (2022). Une comparaison avec la régression logistique (RL) a également été réalisée afin d'évaluer les performances respectives des deux méthodes. Les résultats ont mis en évidence la supériorité des RNA en termes de capacité prédictive, confirmant leur pertinence pour la modélisation des sols salés dans le contexte étudié.

Mots-clés : Réseaux de neurones artificiels, Régression logistique, Sols salés, Solonchaks, Calcisols, Gypsisols, Classification, Algérie