Université Ferhat Abbas
Sétif 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

1سطيف ـجامعة فرحات عباس
كلية علوم الطبيعة والحياة

N°...../SA/SNV/**2025**

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MÉMOIRE

Présenté par **:**

BELFEGAS Saifeddine

Pour l'obtention du diplôme de

Master en Sciences Agronomiques

Spécialité :

Aménagement Hydro-Agricole

Caractérisation typologique et diagnostic des sols face aux pressions agro-pastorales en milieu steppique du sud sétifien : Cas de HS

Soutenu : 30-06-2026

Devant le Jury :

Président : Dr AISSAOUI Mohamed-Ridha UFA Sétif 1

Encadreur : Dr Belghemmaz Salah UFA Sétif 1

Examinateur : Dr Gusessoum Salima UFA Sétif 1

Année universitaire : 2025-2026

SOMMAIRE

Introduction et problématique 5

La dégradation des sols : Un enjeu écologique et socio-économique majeur 5

Impacts environnementaux et pressions anthropiques sur les écosystèmes steppiques : Le cas de HS 5

Le cas d'étude de Hammam Sokhna 6

Dynamiques de dégradation et potentiel de la région de HS 6

Chapitre 1 ..... Erreur ! Signet non défini.

Caractéristiques du Milieu Naturel ..... Erreur ! Signet non défini.

Chapitre 1 : Caractéristiques du milieu naturel ..... Erreur ! Signet non défini.

Présentation de la région et du site d'étude ..... Erreur ! Signet non défini.

Situation géographique ..... Erreur ! Signet non défini.

Cadre biophysique ..... Erreur ! Signet non défini.

1. Géomorphologie — Formations superficielles ..... Erreur ! Signet non défini.

Géologie et Pédologie ..... Erreur ! Signet non défini.

Géologie ..... Erreur ! Signet non défini.

Pédologie ..... Erreur ! Signet non défini.

Hydrologie ..... Erreur ! Signet non défini.

Climat ..... Erreur ! Signet non défini.

Les températures ..... Erreur ! Signet non défini.

La pluviométrie ..... Erreur ! Signet non défini.

Humidité relative de l'air ..... Erreur ! Signet non défini.

Classification bioclimatique et typologie du climat ..... Erreur ! Signet non défini.

Synthèse climatique ..... Erreur ! Signet non défini.

Chapitre 2 Matériel et Méthodes ..... Erreur ! Signet non défini.

Description du contexte du site d'échantillonnage ..... Erreur ! Signet non défini.

Localisation du site d'échantillonnage et travail de terrain ..... Erreur ! Signet non défini.

Dispositif d'échantillonnage ..... Erreur ! Signet non défini.

Travail de laboratoire ..... Erreur ! Signet non défini.
Traitement préalable des échantillons du sol ..... Erreur ! Signet non défini.
Détermination des paramètres physico-chimiques ..... Erreur ! Signet non défini.
Description des méthodes d'analyses ..... Erreur ! Signet non défini.
CHAPITRE 3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS. Erreur ! Signet non défini.
Introduction ..... Erreur ! Signet non défini.
Caractérisation physico-chimique des sols ..... Erreur ! Signet non défini.
pH des sols et ses implications agro pédologiques ..... Erreur ! Signet non défini.
Conductivité électrique et salinité et son impact sur le milieu .. Erreur ! Signet non défini.
Accumulation calcaire et ses impacts sur les sols ..... Erreur ! Signet non défini.
Taux de matière organique (MO) ..... Erreur ! Signet non défini.
Dynamique du C.O entre 2016 et 2026 et évaluation de l'état de dégradation des sols ..... Erreur ! Signet non défini.
Vulnérabilités naturelles et dynamique des écosystèmes édaphiques .Erreur ! Signet non défini.
Stress thermique et mécanismes d'amplification de l'érosion éolienne ..... Erreur ! Signet non défini.
Pratiques culturales et vulnérabilité physique de la matrice pédologique... Erreur ! Signet non défini.
Fragilités socio-économiques et précarité des systèmes d'exploitation Erreur ! Signet non défini.
Synthèse de la discussion ..... Erreur ! Signet non défini.
Dynamique pédologique et processus de dégradation dominants .....Erreur ! Signet non défini.
Caractérisation et classification des unités pédologiques ..... Erreur ! Signet non défini.
Approche selon le référentiel mondial WRB (2014) ..... Erreur ! Signet non défini.
Approche selon la Soil Taxonomy de l'USDA (2014) ..... Erreur ! Signet non défini.
Morpho-dynamique des terres : causes et impact environnemental .....Erreur ! Signet non défini.
Perspectives de restauration de l'écosystème de steppe ..... Erreur ! Signet non défini.
Aménagements et travaux forestiers ..... Erreur ! Signet non défini.
Solution innovante : proposition de systèmes de culture ..... Erreur ! Signet non défini.

Autres solutions à adapter au contexte de la zone agro-écologique steppique..... Erreur ! Signet non défini.

Application des principes de la GDS (Gestion Durable des Sols) Erreur ! Signet non défini.

Stratégies adaptatives globales en milieu steppique..... Erreur ! Signet non défini.

CONCLUSION ..... Erreur ! Signet non défini.

Références Bibliographiques..... Erreur ! Signet non défini.

Table des figures

Figure 1 Zone d'étude Hammam Sokhna..... Erreur ! Signet non défini.
Figure 2 résultats de pH dans la région de HS..... Erreur ! Signet non défini.
Figure 3 P2, Sol cultivé (orge)..... Erreur ! Signet non défini.
Figure 4 P1, Pâturage naturel..... Erreur ! Signet non défini.
Figure 5 Résultats de CaCo3 (%) dans la région de HS..... Erreur ! Signet non défini.
Figure 6: P3 Pâturage naturel (dominé par l'atriplex) éparse ; . Erreur ! Signet non défini.
Figure 7Profil 6 : Pâturage naturel..... Erreur ! Signet non défini.
Figure 8: P7, Sol cultivé (orge)..... Erreur ! Signet non défini.
Figure 9 Résultats de MO..... Erreur ! Signet non défini.
Figure 10 P4, Pâturage naturel (Atriplex) relativement non dégradé ...Erreur ! Signet non défini.

Table des tableaux

Tableau 1 synthétique des moyennes mensuelles à la station de Sétif (1981-2023) . Erreur ! Signet non défini.
Tableau 2 : Températures moyennes mensuelles de la région ... Erreur ! Signet non défini.
Tableau 3 Identification des périodes climatiques ..... Erreur ! Signet non défini.
Tableau 4 Précipitation annuelle Moyenne période 1981-2023 .. Erreur ! Signet non défini.
Tableau 5Position et caractéristiques des points d'échantillonnage au niveau du site ..... Erreur ! Signet non défini.
Tableau 6 Tableau 6 Synthèse des paramètres analysés et des méthodes utilisées ..... Erreur ! Signet non défini.
Tableau 7 . Résultats des analyses physico-chimiques des sols de la zone de HS (pH, CE, CaCO3 et MO) selon la profondeur.... Erreur ! Signet non défini.

Introduction et problématique

La dégradation des sols : Un enjeu écologique et socio-économique majeur

La dégradation des terres, illustrée par le « syndrome du Dust-Bowl » issu des pratiques de l'agriculture industrielle, s'impose aujourd'hui comme l'un des défis environnementaux contemporains les plus critiques (WBGU 1994, cité par Frühauf et al., 2004). Dans les écosystèmes semi-arides, particulièrement vulnérables, le manque d'application des méthodes de gestion agricole recommandées a déclenché une série de crises à la fois écologiques et socio-économiques. Ce phénomène engendre une détérioration irréversible des sols, provoquant des chutes de rendement sévères allant parfois jusqu'à la perte totale des récoltes (WBGU 1994, cité par Frühauf et al., 2004).

À l'échelle planétaire, dans le contexte de la dégradation des parcours, l'altération des propriétés de la terre au sein des prairies dégradées suscite de vives et réelles inquiétudes (Ma et al., 2022).

Cette détérioration conjointe des ressources édaphiques (du sol) et du couvert végétal est un phénomène récurrent à travers le monde. Les régions arides et semi-arides en souffrent de manière disproportionnée, car les répercussions agroécologiques et économiques y sont parfois irrémédiables. L'Algérie, qui se caractérise par une grande diversité biologique, est directement concernée par cette menace, puisque cette biodiversité est majoritairement localisée au sein de ses zones steppiques.

Impacts environnementaux et pressions anthropiques sur les écosystèmes steppiques : Le cas de HS

Dans les régions steppiques, la subsistance des populations locales est intimement liée à la disponibilité et à l'accès aux ressources naturelles fondamentales telles que l'eau, le sol et la végétation. Pour l'Afrique du Nord, les organismes OSS-FAO (2021) dressent un bilan alarmant : l'accentuation à long terme de la dégradation des terres et des ressources hydriques menace directement la survie des communautés. Ce péril s'explique principalement par une baisse de la résilience des sols, une déforestation accrue ainsi qu'une perte significative de carbone organique.

Ce changement d'occupation et d'usage des sols perturbe profondément le cycle du carbone, modifiant les propriétés de surface et, par extension, le climat local (ONM, 2005). À l'échelle du bassin méditerranéen, Giordano et Marini (2008), cités in Bajocco (2012), soulignent que les pressions anthropiques ont lourdement transformé les paysages, entraînant une érosion des sols, un déboisement et un déclin marqué de la biodiversité.

Le cas d'étude de Hammam Sokhna

Située au sud des hautes plaines sétifiennes, la région de HS possède une vocation essentiellement agropastorale. Aujourd'hui, l'état de ses composantes naturelles majeures, en particulier le sol et le couvert végétal, suscite de vives inquiétudes. Ce milieu subit de fortes pressions humaines à travers des pratiques inappropriées, provoquant le déclin des ressources pastorales et une accélération de l'ensablement.

Afin de documenter cette crise environnementale, plusieurs travaux de recherche se sont succédé pour évaluer la dégradation des propriétés édaphiques, la surexploitation des parcours et la conversion des terres pastorales en céréaliculture ont été étudiées par Belamri et Kebbal (2014) ; d'autres aspects tels que la dégradation des sols par le phénomène d'ensablement ont été également abordés par Hammache et Saifi (2016). Ces études ont été suivies par les travaux de Ghali et al. (2019) et Satour et al. (2021) qui ont porté respectivement sur la dynamique du carbone dans cet écosystème et l'identification et des indicateurs de dégradation environnementale.

Dynamiques de dégradation et potentiel de la région de HS

Au sein de la région de HS, la détérioration conjointe des ressources pédologiques (les sols) et du couvert végétal représente une préoccupation majeure. En particulier, les processus d'ensablement et de salinisation font peser une menace critique sur l'équilibre environnemental local (Ghali et al., 2019 ; Satour et al., 2021).

Le profil agropastoral de ce territoire s'avère d'une grande richesse et dépasse la simple attribution d'une vocation traditionnelle (Saifi et Hammache, 2016). S'il est géré durablement, ce potentiel recèle des enjeux économiques et écologiques fondamentaux, capables de stimuler le développement des communautés rurales et de favoriser l'épanouissement global de la région.

Synthèse des diagnostics : L'ensemble des travaux scientifiques menés sur cet écosystème steppique converge vers un constat essentiel : la dégradation est aujourd'hui la caractéristique majeure des ressources de HS. Les conclusions de ces auteurs mettent en lumière la vulnérabilité extrême de ce milieu, en attribuant sa fragilisation à la conjonction de facteurs à la fois naturels et anthropiques (humains).

L'objectif principal de notre étude est d'établir un diagnostic à la fois global (synoptique) de l'écosystème steppique et approfondi des ressources pédologiques de la région (Typologie), en mettant un accent particulier sur la dynamique du carbone organique du sol et l'évolution des propriétés intrinsèques (pH, Salinité, $CaCO_3$, Structure) en relation avec les changements d'usages des terres.

Cette démarche s'articule autour de trois axes fondamentaux :

La synthèse des connaissances : Compiler l'ensemble des données existantes sur les sols de la région.

L'évaluation de la vulnérabilité : Analyser ces données afin de dresser un bilan précis des conditions édaphiques, de mesurer la fragilité du milieu et d'identifier les facteurs clés qui menacent sa durabilité.

L'analyse des interactions écosystémiques : Déterminer à quel point l'interaction entre la composante du sol et les autres facteurs (anthropiques et climatiques) influence l'évolution globale de cet écosystème.

À terme, ce travail vise à proposer des solutions pour optimiser et valoriser l'impact des opérations d'aménagement menées au niveau du Chott El Beida, un site classé zone humide d'importance internationale.

Pour répondre à ces objectifs, le plan de notre mémoire est structuré et compilé selon le modèle académique **IMRAD**, réparti en 3 chapitres principaux.

Introduction et Synthèse Bibliographique :

Présentation du contexte général sur les écosystèmes steppiques et revue de la littérature scientifique consacrée aux parcours naturels et aux enjeux auxquels ils sont confrontés.

Présentation du Milieu d'étude

Caractérisation du milieu naturel (localisation géographique, bioclimat, géologie, hydrologie, diversité floristique et caractéristiques pédologiques).

Matériel et Méthodes :

Exposé de l'approche méthodologique qui fait le point sur la méthodologie de travail (origine des données antérieures et actuelles, déroulement du travail et compilation et analyse).

Résultats et Discussion : Analyse et Interprétation.

Exposition des résultats issus des analyses physico-chimiques et des observations de terrain, confrontation avec la littérature et interprétation des impacts environnementaux observés.Le manuscrit s'achève par une **Conclusion générale** qui synthétise les principaux faits sur ce diagnostic et sur les types de sols et ouvre des perspectives sur la gestion durable de ces écosystèmes fragiles.

Résumé (Français)

La dégradation des sols constitue un enjeu majeur pour la durabilité des systèmes agro-sylvo-pastoraux en zone semi-aride. La présente étude porte sur l'évaluation de l'état de dégradation des sols de la région de Hammam Sokhna, wilaya de Sétif (Algérie), à travers l'analyse des propriétés physico-chimiques de sept profils pédologiques (P1–P7) prélevés à deux profondeurs (0–30 cm et 30–60 cm).Les paramètres mesurés comprennent le pH, la conductivité électrique (CE), la teneur en calcaire total ($CaCO_3$) et la matière organique (MO). Les méthodes normalisées retenues s'appuient sur les références de Baize (2000, 2009), Richards (1954) et Duchaufour (1995), assurant la comparabilité et la reproductibilité des données.Les résultats révèlent une dominance de pH fortement alcalin (7,90–8,42), une salinité faible à modérée avec des valeurs critiques au profil P5 (CE ≥ 4 dS/m), des teneurs élevées en calcaire actif (> 25 %) dans plusieurs horizons, et une carence généralisée en matière organique (< 1,5 %). Ces contraintes combinées induisent une réduction marquée de la disponibilité des éléments nutritifs et une limitation de l'enracinement, caractérisant une dégradation chimique avancée.La stratification en trois niveaux de contrainte agronomique — profils peu contraints (P1, P3), modérément contraints (P2, P4, P6, P7) et fortement contraints (P5) — constitue une base opérationnelle pour l'élaboration de plans d'amendement ciblés et de stratégies de restauration adaptées au contexte méditerranéen semi-aride de la région.

Mots-clés : *dégradation des sols, profils pédologiques, Hammam Sokhna, propriétés physico-chimiques, contrainte agronomique, Sétif, Algérie.*

Abstract (English)

Soil degradation is a critical challenge for the sustainability of agro-sylvo-pastoral systems in semi-arid environments. This study evaluates the degradation status of soils in the Hammam Sokhna area, Sétif Province (Algeria), by analysing the physicochemical properties of seven pedological profiles (P1–P7) sampled at two depths (0–30 cm and 30–60 cm).The measured parameters include pH, electrical conductivity (EC), total calcium carbonate content ($CaCO_3$), and organic matter (OM). Standardised methods following Baize (2000, 2009), Richards (1954), and Duchaufour (1995) were applied to ensure data comparability and reproducibility.Results reveal a predominance of strongly alkaline pH values (7.90–8.42), low to moderate salinity with critical levels recorded at profile P5 (EC ≥ 4 dS/m), high active carbonate content (> 25 %) in several horizons, and a widespread organic matter deficit (< 1.5 %). These combined constraints significantly reduce nutrient availability and restrict root development, indicating advanced chemical soil degradation.A three-tier agronomic constraint classification — low-constraint profiles (P1, P3), moderate-constraint profiles (P2, P4, P6, P7), and high-constraint profiles (P5) — provides an operational framework for designing targeted amendment plans and soil restoration strategies suited to the semi-arid Mediterranean context of the region.

Keywords: *soil degradation, pedological profiles, Hammam Sokhna, physicochemical properties, agronomic constraints, Sétif, Algeria.*

ملخص (العربية)

يُعدّ تدهور الأراضي تحدياً رئيسياً يُهدد استدامة الأنظمة الزراعية الرعوية الغابية في المناطق شبه الجافة. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم درجة تدهور تربة منطقة حمام سخنة، ولاية سطيف (الجزائر)، من خلال تحليل الخصائص الفيزيوكيميائية لسبعة مقاطع طبوغرافية للتربة (P1–P7) مُعاينةٍ على عمقين مختلفين (0–30 سم و30–60 سم).شملت المعاملات المقاسة: درجة الحموضة (pH)، التوصيلية الكهربائية (CE)، نسبة الكالسيوم الكلية ($CaCO_3$)، والمادة العضوية (MO). اعتُمدت أساليب موحدة مستندةً إلى مراجع بيز (2000, 2009) وريتشاردز (1954) ودوشوفور (1995)، ضماناً لمقارنة النتائج وإمكانية إعادة إنتاجها.كشفت النتائج عن هيمنة درجات حموضة قلوية شديدة (7.90–8.42)، وملوحة منخفضة إلى متوسطة مع قيم حرجة عند المقطع P5 (CE ≥ 4 ديسيزيمنس/م)، ونسب مرتفعة من الكلس النشط (> 25 %) في عدة آفاق، وعجزٍ عام في المادة العضوية (< 1.5 %). وقد أفضت هذه القيود المتضافرة إلى تراجع ملحوظ في توافر العناصر الغذائية وضعف تطور الجذور، مما

يُشير إلى تدهور كيميائي متقدم.يُشكّل التصنيف الثلاثي لمستويات الضغط الزراعي — مقاطع ضعيفة الضغط (P1، P3)، ومتوسطة الضغط (P2، P4، P6، P7)، وشديدة الضغط (P5) — إطاراً عملياً لوضع خطط تعديل موجّهة واستراتيجيات تأهيل التربة تناسب السياق المتوسطي شبه الجاف للمنطقة.

الكلمات المفتاحية: تدهور التربة، مقاطع التربة، حمام سخنة، الخصائص الفيزيوكيميائية، القيود الزراعية، سطيف، الجزائر.