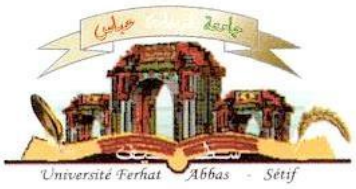
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية وزارة
التعليم العالي والبحث العلمي

Ferhat Abbas University Sétif- 1
Faculty of Natural and Life Sciences



جامعة فرحات عباس، سطيف 1 كلية
علوم الطبيعة والحياة

DÉPARTEMENT D'ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

N°...../SNV/**2026**

MÉMOIRE

Présenté par

- **Ghedjati Amina**

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : **Ecologie et**

Environnement Spécialité :

Protection des Écosystèmes

Thème

Évaluation socio-écologique des BioRoot Blocs pour la stabilisation des sols et la restauration des écosystèmes : Cas de la région de Sétif

Soutenu publiquement le : 30 / 06 / 2026

Devant le jury

Présidente :	**Dr. DHOUIBI Chahra**	MCB UFA Sétif 1
Promotrice :	**Dr. GHIT Karima**	MCB UFA Sétif 1
Examinatrice :	**Dr. DJARBOUA Sabrina**	MCB UFA Sétif 1

Année universitaire :2025/2026

الملخص

الملخص

تُشكّل تدهور التربة تحديًا بيئيًا رئيسيًا في المناطق شبه القاحلة، حيث يؤثر التعرية وفقدان الخصوبة وانخفاض الغطاء النباتي بشكل دائم على النظم البيئية. وفي هذا السياق، تُشكّل الحلول القائمة على الطبيعة نهجًا مبتكرًا لاستعادة الأراضي المتدهورة. يقترح هذا البحث تصميم نموذج أولي بيو-مصدر، هو كتلة الجذر الحيوي بهدف تثبيت التربة وتعزيز استعادتها البيئية باستخدام مواد متوفرة محليًا. يهدف هذه الدراسة إلى تقييم الأهمية العلمية، والمقبولية، وآفاق تبني كتلة الجذر الحيوي قبل أي تجربة ميدانية. تعتمد المنهجية على مراجعة ببليوغرافية، وتصميم النموذج الأولي، واستبيان شمل 35 أستاذًا-باحثًا و100 ممثل عن مديريات البيئة ومحافظات الغابات. حُلّلت البيانات باستخدام الإحصاء الوصفي والاختبارات اللابارامترية المناسبة. تُظهر النتائج تصورًا إيجابيًا بشكل عام للنموذج الأولي، خاصة فيما يتعلق بأهميته العلمية وقدرته على تثبيت التربة واستعادتها البيئية. غير أن المشاركين شددوا على ضرورة التحقق التجريبي من أدائه قبل أي تطبيق واسع النطاق. تُشكّل هذه الدراسة خطوة أولى نحو تطوير حل مبتكر ملائم للظروف البيئية للمناطق شبه القاحلة الجزائرية.

الكلمات المفتاحية: كتلة الجذر الحيوي؛ حلول قائمة على الطبيعة؛ استعادة بيئية؛ تثبيت التربة؛ مناطق شبه قاحلة.

Abstract

Abstract

Soil degradation represents a major environmental challenge in semi-arid regions, where erosion, loss of fertility, and reduction of vegetation cover have long-term impacts on ecosystems. In this context, Nature-Based Solutions (NbS) provide an innovative approach for restoring degraded lands. This thesis proposes the design of a bio-based prototype, the BioRoot Bloc, intended to stabilize soils and promote ecological restoration using locally available materials. The objective of this study is to assess the scientific relevance, acceptability, and adoption prospects of the BioRoot Bloc prior to any field experimentation. The methodology is based on a literature review, prototype design, and a survey conducted among 35 academic researchers and 100 representatives from Environmental Directorates and Forest Conservation Departments. Data were analyzed using descriptive statistics and non-parametric tests. The results reveal an overall positive perception of the prototype, particularly regarding its scientific relevance and its potential for soil stabilization and ecological restoration. However, respondents emphasized the need to experimentally validate its performance before any large-scale implementation. This study represents a first step toward the development of an innovative solution adapted to Algerian semi-arid areas.

Keywords: BioRoot Bloc; Nature-Based Solutions; ecological restoration; soil stabilization; semi-arid regions.

Résumé

Résumé

La dégradation des sols représente un enjeu environnemental majeur dans les régions semi-arides, où l'érosion, la perte de fertilité et la diminution du couvert végétal affectent durablement les écosystèmes. Dans ce contexte, les Solutions Fondées sur la Nature (SfN) constituent une approche innovante pour restaurer les terres dégradées. Ce mémoire propose la conception d'un prototype biosourcé, le BioRoot Bloc, destiné à stabiliser les sols et à favoriser leur restauration écologique à partir de matériaux disponibles localement. L'objectif de cette étude est d'évaluer la pertinence scientifique, l'acceptabilité et les perspectives d'adoption du BioRoot Bloc avant toute expérimentation de terrain. La méthodologie repose sur une revue bibliographique, la conception du prototype et une enquête menée auprès de **35 enseignants-**chercheurs et de 100 représentants des Directions de l'Environnement et des Conservations des Forêts. Les données ont été analysées à l'aide de statistiques descriptives et de tests non paramétriques. Les résultats montrent une perception globalement favorable du prototype, notamment concernant sa pertinence scientifique et son potentiel pour la stabilisation des sols et la restauration écologique. Toutefois, les répondants soulignent la nécessité de valider expérimentalement ses performances avant toute application à grande échelle. Cette étude constitue une première étape vers le développement d'une solution innovante adaptée aux zones semi-arides algériennes.

Mots-clés : BioRoot Bloc ; Solutions Fondées sur la Nature ; restauration écologique ; stabilisation des sols ; zones semi-arides.

Sommaire

Remerciements ..... *Erreur ! Signet non défini.*

Dédicace..... *Erreur ! Signet non défini.*

Liste des figures ..... *Erreur ! Signet non défini.*

Liste des tableaux ..... *Erreur ! Signet non défini.*

Liste des abréviations..... *Erreur ! Signet non défini.*

Résumé ..... *Erreur ! Signet non défini.*

Introduction..... **1**

CHAPITRE I : Revue delittérature…….**6**

1. Dynamique de dégradation des sols en contexte semi-aride .... *Erreur ! Signet non défini.*

1.1. Vulnérabilité biophysique et perte de la stabilité structurale Erreur ! Signet non défini.

1.2. Mécanismes d'érosion (hydrique et éolienne) en climat méditerranéen Erreur ! Signet non défini.

1.3. Conséquences écologiques et socio-économiques dans les Hauts Plateaux ..... Erreur ! Signet non défini.

2. Restauration écologique et ingénierie biosourcée ..... *Erreur ! Signet non défini.*

2.1. Principes des Solutions Fondées sur la Nature (NbS) et du génie végétal..... Erreur ! Signet non défini.

2.2. Biomécanique racinaire et rôle de la matière organique dans la cohésion édaphique…….. Erreur ! Signet non défini.

2.3. L'approche d'économie circulaire dans la restauration des écosystèmes ..... Erreur ! Signet non défini.

3. Le concept des BioRoot Blocs : Innovation et mécanismes d'action ... *Erreur ! Signet non défini.*

3.1. Principes de fonctionnement biophysique et géomécanique . Erreur ! Signet non défini.

3.2. Bénéfices écologiques attendus (rétention hydrique, support microbien, contrôle érosif) ..... Erreur ! Signet non défini.

3.3.Présentation du prototype BioRoot Bloc **18**

3.4. Concept et objectifs du BioRoot Bloc **18**

3.5. Description et procédé de fabrication du prototype **19**

3.6.Principe de fonctionnement, intérêt écologique et caractère innovant **22**

4. La dimension socio-écologique dans l'adoption des innovations environnementales ..... *Erreur ! Signet non défini.*

4.1. Acceptabilité sociale et perception des risques environnementaux Erreur ! Signet non défini.

4.2. Rôle des acteurs locaux (agriculteurs, institutions) dans la réussite des projets de restauration ..... Erreur ! Signet non défini.

Chapitre II : Mtériels et méthodes ..... Erreur ! Signet non défini.

1. Présentation de la zone d'étude : La région de Sétif **30**

1.1. Localisation géographique **31**

1.2.Climat… **32**

1.2.1. Précipitations **32**

1.2.2. Synthèsebioclimatique: **33**

2. Dispositif d'enquête et collecte des données **35**

2.1. Structure et conception des questionnaires socio-techniques **35**

3. Variables étudiées et indicateurs d'évaluation **36**

3.1 Variables sociodémographiques et professionnelles **37**

3.2 Indicateurs de perception **38**

3.3 Indicateurs d'acceptabilité **39**

3.4 Indicateurs d'efficacité perçue **39**

4. Traitement des données et méthodes d'analyses statistiques **40**

Chapitre III :Résultats et discussion **45**

1. Caractéristiques de l'échantillon d'étude 46

2. Diagnostic participatif des enjeux de dégradation et des approches de restauration écologique 48

3. Évaluation de l'acceptabilité et de la performance perçue des BioRoot Blocs 50

3.1. Niveau de connaissance du BioRoot Bloc 51

3.2. Évaluation de l'efficacité perçue des BioRoot Blocs (n = 100) 52

3.3. Acceptabilité et conditions d'adoption des BioRoot Blocs (n = 100)..... Erreur ! Signet non défini.

3.4. Intention d'utilisation et de recommandation (n = 100) ..... Erreur ! Signet non défini.

3.5. Évaluation technico-scientifique par le panel d'experts (n = 35).... Erreur ! Signet non défini.

1. L'écart entre l'adhésion au concept et la pratique opérationnelle ..... *Erreur ! Signet non défini.*

2. La légitimité scientifique face au défi du transfert technologique..... *Erreur ! Signet non défini.*

3. Vers une hybridation des savoirs : l'impératif de terrain ..... *Erreur ! Signet non défini.*

4. Perspectives stratégiques : de l'innovation au levier économique ..... *Erreur ! Signet non défini.*

5. Confrontation des résultats avec la littérature scientifique ..... Erreur ! Signet non défini.

5.1. Les défis de l'adoption des Solutions Fondées sur la Nature (NbS) dans les pays du Maghreb.....Erreur ! Signet non défini.

5.2. L'importance de la vulgarisation scientifique en ingénierie écologique.....Erreur ! Signet non défini.

6. Recommandations pour la réussite des projets de biostabilisation en Algérie.. Erreur ! Signet non défini.

6.1. Nécessité d'une synergie entre savoirs empiriques locaux et ingénierie académique .....Erreur ! Signet non défini.

6.2. Stratégies d'incitation (politiques publiques, économie circulaire locale) ...Erreur ! Signet non défini.

7. Limites de l'étude et perspectives de recherche..... Erreur ! Signet non défini.

Conclusion..... *Erreur ! Signet non défini.*

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

Les Annexes 76

Introduction

Introduction

La dégradation des sols constitue aujourd'hui l'une des menaces environnementales les plus préoccupantes à l'échelle planétaire, affectant directement la productivité agricole, la biodiversité, les équilibres hydrologiques et les conditions de vie de millions de personnes **(FAO, 2021 ; IPBES, 2018).**

Dans un contexte marqué par des mutations environnementales accélérées de la biosphère et une altération croissante de la zone critique terrestre, les sols perdent progressivement leur intégrité structurelle sous l'effet combiné des pressions anthropiques et des changements climatiques.Selon le Programme des Nations Unies pour l'Environnement **(PNUE, 2022),** plus de 33 % des sols mondiaux sont déjà dégradés, et jusqu'à 90 % pourraient l'être d'ici 2050 si aucune action préventive et corrective n'est engagée. Parmi les processus de dégradation les plus répandus figurent l'érosion hydrique et éolienne, la salinisation, la perte de fertilité, la compaction et la désertification **(Lal, 2020).**

Dans les régions méditerranéennes et semi-arides, l'intensification des épisodes climatiques extrêmes, associée à une aridité croissante, favorise des taux d'érosion dépassant largement les capacités naturelles de régénération pédologique.À l'instar du nord de l'Afrique et plus particulièrement de l'Algérie, ces territoires sont particulièrement vulnérables en raison de conditions climatiques contraignantes, d'une végétation clairsemée, d'une forte pression anthropique et de pratiques agricoles inadaptées**(Nedjraoui&Bédrani, 2020).**

Dans la wilaya de Sétif, caractérisée par des zones steppiques et des terres agricoles soumises à une forte érosion, la dégradation des sols constitue un facteur limitant majeur pour la durabilité des agroécosystèmes.Cette région des Hauts Plateaux, à vocation essentiellement céréalière et soumise à un climat semi-aride à hivers rigoureux, présente des sols particulièrement sensibles à l'érosion. La combinaison de labours mécanisés parfois réalisés dans le sens de la pente, de périodes de faible couverture végétale et d'épisodes pluvieux intenses favorise le déclenchement de phénomènes de ravinement et de pertes importantes de sol.

Ces processus compromettent non seulement la productivité agricole mais également le fonctionnement hydrologique et écologique des territoires concernés. Dans ce contexte, la stabilisation des sols dégradés et la restauration des fonctions écosystémiques associées apparaissent comme des priorités écologiques et socio-économiques majeures **(Reubens et *al*., 2009).**

Ces enjeux s'inscrivent dans une dynamique plus large de transition vers des solutions durables, résilientes

et fondées sur la nature (Nature-Based Solutions, NbS), capables de répondre simultanément aux défis environnementaux, climatiques et sociaux **(Cohen-Shacham et *al*., 2016).**

La stabilisation biologique des sols, au cœur de l'ingénierie écologique, repose sur l'utilisation de végétaux, de structures organiques biodégradables et de microorganismes pour renforcer la cohésion des sols, réduire l'érosion et améliorer leur fonctionnement écologique **(Stokes et *al*., 2014).**

Les racines des plantes agissent comme un maillage naturel augmentant la résistance au cisaillement et favorisant la formation d'agrégats structuraux, tandis que la matière organique améliore la porosité, la rétention en eau et la fertilité **(Bischetti et *al*., 2021).** Dans une logique d'économie circulaire et de durabilité, l'utilisation de déchets végétaux locaux (pailles, tiges, sciures, coques, etc.) comme matière première pour des structures biodégradables innovantes représente une voie prometteuse pour la production de biomatériaux à faible empreinte environnementale **(Coppin& Richards, 2022).** Cette approche permet non seulement de réduire la pression sur les ressources naturelles, mais aussi de valoriser des résidus agricoles abondants dans les régions semi-arides algériennes, notamment dans les zones céréalières et steppiques.

Les BioRoot Blocs désignent des structures organiques tridimensionnelles conçues à partir de matériaux végétaux biodégradables, prévus pour être implantés sur des sols dégradés en vue de limiter l'érosion et de favoriser la colonisation végétale. Ces dispositifs peuvent être considérés comme des armatures biodégradables tridimensionnelles assurant une protection mécanique immédiate contre l'érosion tout en favorisant progressivement l'installation de la végétation. En créant des microenvironnements favorables à l'accumulation de matière organique et à la rétention de l'humidité, ils contribuent à l'émergence de véritables « îlots de fertilité » susceptibles d'accélérer les processus de restauration écologique. Bien que les données scientifiques spécifiques sur ces dispositifs soient encore limitées, plusieurs travaux ont montré l'efficacité de structures analogues telles que les fascines, les géotextiles de jute ou de coco, les rouleaux végétalisés et les soil-lifts dans des contextes variés **(Álvarez-Mozos et *al*.,2014 ; Vishnudas et *al*., 2012 ; Georgi&Stathakopoulos, 2006**).

Les études récentes ont mis en évidence les effets positifs de ces dispositifs sur la réduction du ruissellement, la rétention des particules fines, l'amélioration de la stabilité structurale du sol et la restauration de la couverture végétale **(Keybondori et *al*., 2025 ; Li et *al*., 2017).**

En particulier, l'intégration de la matière organique et des structures fibreuses dans le sol agit comme une armature vivante, contribuant à la restauration des fonctions écologiques et à la résilience des agroécosystèmes **(Schwarz et *al*., 2010).**

Les méthodes conventionnelles de stabilisation des sols, telles que les enrochements, les murs de soutènement ou les traitements chimiques, présentent plusieurs inconvénients : coût élevé, artificialisation du milieu, impacts négatifs sur la biodiversité, et absence de durabilité écologique **(Dorairaj et *al*., 2021).** À l'inverse, les techniques de bio-ingénierie s'inscrivent dans une logique de coévolution entre les structures physiques et les processus biologiques, favorisant une stabilisation évolutive et intégrée dans l'écosystème **(Pohl et *al*., 2009).**

Face à l'ampleur de la dégradation des sols dans les zones steppiques et semi-arides nord-africaines, notamment à Sétif, l'identification de solutions écologiques, peu coûteuses et adaptées au contexte local est une nécessité urgente. Le recours à des BioRoot Blocs produits à partir de déchets végétaux locaux s'inscrit dans cette perspective, en répondant à la fois aux enjeux de conservation des sols, de valorisation des biomasses résiduelles, et de durabilité socio-écologique. Sur le plan scientifique, le manque d'études spécifiques sur les BioRoot Blocs justifie une exploration approfondie de leur efficacité réelle dans divers contextes pédoclimatiques. L'étude proposée s'inscrit ainsi dans une double démarche d'innovation méthodologique et de consolidation des bases

scientifiques de l'ingénierie écologique appliquée aux sols.

Malgré l'émergence des solutions fondées sur la nature dans les politiques de gestion écologique innovante pour la stabilisation des sols dégradés et la restauration des écosystèmes dans un contexte semi-aride, en matière de gestion durable des terres, peu d'études ont évalué de manière rigoureuse et expérimentale l'efficacité des BioRoot Blocs, notamment ceux conçus à partir de déchets végétaux locaux, dans des contextes semi-arides comme celui de la région de Sétif. Leur potentiel à renforcer la stabilité structurale des sols, à limiter l'érosion hydrique, et à restaurer les fonctions écologiquesdemeure insuffisamment documentéet reste à démontrer scientifiquement. Par ailleurs, l'expérience acquise dans le domaine de la conservation des sols montre qu'une innovation écologique ne peut être pleinement efficace sans être socialement acceptée et appropriée par les populations concernées. Il apparaît donc nécessaire d'adopter une démarche d'évaluation intégrée, à la fois biophysique et socio-écologique, permettant d'apprécier simultanément les performances techniques du dispositif et son acceptabilité par les acteurs locaux.

Cette réflexion fondamentale nous conduit à poser la problématique centrale de notre étude : Dans quelle mesure les BioRoot Blocs, élaborés à partir de biomatériaux résiduels locaux, constituent-ils une solution socio-écologique viable, capable de stabiliser efficacement les sols érodés de la région de Sétif et d'assurer une appropriation durable par les acteurs locaux ?

L'objectif général de cette recherche est d'évaluer l'efficacité des BioRoot Blocs issus de déchets végétaux locaux comme solution innovante de stabilisation écologique des sols dégradés et de restauration des fonctions écosystémiques en contexte semi-aride.La recherche est fondée sur l'hypothèse principale que l'intégration spatiale de ces structures biosourcées permet de réduire significativement les pertes en sol, tout en constituant un puissant levier d'adoption pour les agriculteurs locaux grâce à leur faible coût de production, leur disponibilité en matériaux locaux et leur simplicité de mise en œuvre.Pour répondre à cette problématique, le présent travail repose sur des objectifs précis qui visent à évaluer les performances biophysiques du dispositif ainsi que la faisabilité socio-économique de ce prototype dans le contexte local.

Le présent mémoire est donc organisé en quatre chapitres complémentaires. Le premier chapitre établit le cadre théorique, en reliant la vulnérabilité des sols semi-arides aux approches d'ingénierie écologique, aux BioRoot Blocs et aux questions d'acceptabilité sociale. Le deuxième chapitre, présente la méthodologie mise en œuvre, comprenant les caractéristiques du terrain sétifien, la conception du prototype biosourcé ainsi que le dispositif de l'enquête socio-écologique. Le troisième chapitre présente les résultats obtenus, relatifs à la perception locale du risque érosif, au degré d'acceptabilité de l'innovation et à ses déterminants d'adoption. Enfin, le quatrième chapitre discute de la viabilité concrète du dispositif et formule des recommandations stratégiques visant à concilier innovation scientifique, savoir-faire local et durabilité des aménagements proposés.