

---

## Amélioration du comportement mécanique des sols par les plantes

**Auteur** : Diette-Stevaux, Anouchka

**Promoteur(s)** : François, Bertrand

**Faculté** : Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme** : Master en ingénieur civil des constructions, à finalité spécialisée en "civil engineering"

**Année académique** : 2023-2024

**URI/URL** : <http://hdl.handle.net/2268.2/20892>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---



UNIVERSITÉ DE LIÈGE  
FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES

---

**AMÉLIORATION DU COMPORTEMENT  
MÉCANIQUE DES SOLS PAR LES PLANTES**

---

Travail de fin d'études réalisé en vue de l'obtention du grade de  
master "Ingénieur Civil des Constructions"

**Auteur :**  
DIETTE-STEVAUX Anouchka

**Promoteur :**  
FRANÇOIS Bertrand

**Membres du jury :**  
COLLIN Frédéric  
COURARD Luc  
TOCQUIN Pierre

Année académique 2023-2024

# Résumé

La stabilisation des pentes est cruciale pour prévenir les glissements de terrain. Parmi les méthodes de stabilisation, l'utilisation des plantes est de plus en plus courante. Les racines des plantes contribuent à la stabilisation de deux manières : elles assèchent le sol, ce qui accroît sa résistance et sa stabilité, et elles renforcent la cohésion des particules de sol, améliorant ainsi sa structure.

Ce mémoire se penche sur l'amélioration de la résistance au cisaillement des sols enracinés à différentes étapes de l'enracinement. Pour atteindre cet objectif, le travail est structuré en deux parties distinctes.

La première partie consiste en une revue de la littérature existante afin d'établir un état de l'art. Celui-ci se focalise d'abord sur les racines avec leur réseau racinaire différent et leur anatomie. Il poursuit en examinant l'un des effets majeurs des racines sur les sols, à savoir l'amélioration de la cohésion. Enfin, il s'intéresse à l'application potentielle de ces connaissances dans le domaine de la stabilité des pentes.

La deuxième partie se concentre sur une étude expérimentale réalisée sur deux types de plantes : le plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*) et le trèfle (*Trifolium repens*). L'objectif principal est de quantifier la résistance au cisaillement générée par les racines, en termes de cohésion et d'angle de frottement. Cette étude s'étend sur plusieurs semaines de croissance des plantes et s'appuie sur des essais de cisaillement direct en condition saturée ainsi que des essais de compression triaxiale en condition consolidée drainée. En parallèle, les paramètres morphologiques du réseau racinaire, tels que la biomasse, la largeur et l'angle d'ouverture, sont également analysés afin d'évaluer l'évolution de la densité du réseau. Enfin, les résultats obtenus, qui montrent une augmentation de la cohésion et de la densité au fil du temps, sont mis en relation pour mieux comprendre les interactions entre ces variables.

**Mots-clés :** Sol, Racines, Réseau racinaire, Cisaillement, Cisaillement direct, Compression triaxiale, Cohésion, Angle de frottement, Stabilité des pentes.

# Abstract

Slope stabilization is crucial for preventing landslides. Among the stabilization methods, the use of plants is becoming increasingly common. Plant roots contribute to stabilization in two ways : they help to dry out the soil, which increases its strength and stability, and they enhance the cohesion of soil particles, thereby improving its structure.

This thesis focuses on the enhancement of shear strength in rooted soils at various stages of root development. To achieve this objective, the work is structured into two distinct parts.

The first part involves a review of existing literature to establish a state of the art. It initially focuses on roots, their varying root networks, and their anatomy. It then examines one of the major effects of roots on soils, namely the improvement of cohesion. Finally, it explores the potential application of this knowledge in the field of slope stability.

The second part concentrates on an experimental study conducted on two types of plants : narrowleaf plantain (*Plantago lanceolata*) and white clover (*Trifolium repens*). The primary objective is to quantify the shear strength generated by the roots, in terms of cohesion and friction angle. This study spans several weeks of plant growth and relies on direct shear tests under saturated conditions as well as triaxial compression tests under consolidated drained conditions. In parallel, the morphological parameters of the root network, such as biomass, width, and opening angle, are also analyzed to assess the evolution of network density. Finally, the results, which demonstrate an increase in cohesion and density over time, are correlated to better understand the interactions between these variables.

**Keywords :** Soil, Roots, Root system, Shear strength, Direct shear test, Triaxial compression test, Cohesion, Friction angle, Slope stability.