

---

## Technique du sol mixing : Étude expérimentale et application au dimensionnement d'une paroi dans un sol limoneux

**Auteur :** Vrancx, Sharleen

**Promoteur(s) :** Collin, Frédéric

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

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

**Année académique :** 2022-2023

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/17728>

---

### *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

---

TECHNIQUE DU SOIL MIXING :  
ÉTUDE EXPÉRIMENTALE ET APPLICATION AU  
DIMENSIONNEMENT D'UNE PAROI DANS UN SOL LIMONEUX

---

Travail de fin d'études réalisé par

**Vrancx Sharleen**

en vue de l'obtention du grade de master ingénieur civil des constructions

**Composition du jury :**

Collin Frédéric (promoteur - ULiège)

Courard Luc (ULiège)

François Bertrand (ULiège)

Denies Nicolas (membre extérieur - CSTC/Buildwise)

Master en ingénieur civil des constructions

Année académique 2022-2023

# Résumé

Le soil mixing est une technique d'amélioration des sols qui consiste à mélanger le sol en place avec un liant hydraulique et de l'eau à l'aide d'un outil de mélange. Elle a été développée dans les pays scandinaves et au Japon dans les années 60. Cette méthode permet d'améliorer les propriétés mécaniques tout en ayant un faible impact écologique. Elle présente donc un intérêt environnemental mais aussi économique lorsqu'elle est utilisée à grande échelle. Ce sont les principales raisons qui expliquent l'intérêt pour son développement.

Cette méthode est aussi utilisée en Belgique mais principalement en Flandre. Le sol étant souvent sableux, cela permet d'avoir de très bons résultats en termes de résistance. Les normes de dimensionnement belges sont donc surtout basées sur ce type de sol. En Wallonie, où les sols sont souvent plus argileux, la méthode est plus rarement appliquée et ces normes de dimensionnement des ouvrages de soutènement sont moins adaptées pour cette région. L'objet de ce travail de fin d'études est donc d'étudier cette méthode pour des sols à tendance argileuse afin de pouvoir l'utiliser en Wallonie.

Ce travail est divisé en trois parties. La première consiste en une étude de la littérature existante qui concerne l'ensemble des techniques d'amélioration du sol et plus précisément sur celle du soil mixing. Les différentes caractéristiques de la méthode sont expliquées en prévision des chapitres qui suivent. L'objectif principal est de poser les bases qui permettent d'expliquer les différentes hypothèses qui seront présentées plus loin.

La deuxième grande partie se penche sur la campagne expérimentale où plusieurs compositions de soil mixing sont testées sur un sol à tendance argileuse. Le but premier est d'étudier les résistances et rigidités des différentes compositions en fonction d'une série de paramètres tels que la quantité de liant ou encore le temps de cure des éprouvettes. Des essais supplémentaires viennent aussi illustrer les différentes hypothèses permettant d'expliquer les différences observées. Certaines relations théoriques issues de normes de dimensionnement sont aussi testées. Pour finir, des essais de mesures d'ondes soniques et de cisaillement complètent cette campagne. Dans cette partie, l'identification du sol utilisé est d'abord présentée, ensuite, c'est la méthodologie de l'étude expérimentale et pour finir l'analyse approfondie des résultats.

La dernière partie est consacrée à la méthode de dimensionnement d'une paroi de soutènement réalisée dans un sol limoneux avec la méthode du soil mixing. Elle est complétée par une feuille de calculs Excel qui a été réalisée afin de faciliter l'application des normes belges pour cette méthode. Cette partie clôture le travail car elle se base sur les résultats des essais réalisés précédemment.

# Abstract

Soil mixing is a soil improvement technique that involves mixing the soil in place with a hydraulic binder and water using a mixing tool. It was developed in Scandinavia and Japan in the 1960s. This method improves mechanical properties while having a low ecological impact. It is therefore both environmentally and economically beneficial when used at large scale. These are the reasons behind the interest in its development.

This method is used in Belgium, but mainly in Flanders. As the soil is often sandy, it gives very good results. Belgian design standards are therefore mainly based on this type of soil. As the method is more rarely applied in Wallonia, where the soil is more clayey, the design standards for retaining structures are less suitable for this region. It is on this last point that this work is based.

This work is divided into three main parts. The first part consists of a review of the literature, firstly on all soil improvement techniques and then more specifically on soil mixing. The various characteristics of the method are explained in the chapters that follow. The main objective is to establish preliminary basis for explaining the various assumptions that are made below.

The second main part focuses on the experimental campaign in which several soil mixing compositions were tested on a clay-prone soil. The primary aim is to study the strengths and stiffnesses of the different compositions as a function of a series of parameters such as the quantity of binder and the curing time of the specimens. Additional tests were also carried out to illustrate the various hypotheses that might explain the differences observed. Some theoretical relationships derived from dimensioning standards are also tested. Finally, sonic wave and shear measurement tests complete the campaign. In this section, the identification of the soil used is presented first, followed by the methodology of the experimental study and then an analysis of the results.

The last part is devoted to the sizing method for a retaining wall built in silty soil using the soil mixing method. It is supplemented by an Excel calculation sheet that facilitates the application of Belgian standards for this method. This section is the last, as it is based on the results of the tests carried out earlier.