



HAL
open science

Recyclage des ouvrages - renforcement de plateformes ferroviaires par soil mixing

Antoine Guimond-Barrett, Anne Pantet, Alain Le Kouby, Jean-François
Mosser, Nicolas Calon, Philippe Reiffsteck

► **To cite this version:**

Antoine Guimond-Barrett, Anne Pantet, Alain Le Kouby, Jean-François Mosser, Nicolas Calon, et al..
Recyclage des ouvrages - renforcement de plateformes ferroviaires par soil mixing. ECOMATERIAUX
DE CONSTRUCTION: PILIER DE LA CROISSANCE VERTE EN AFRIQUE?, 2iE - Institut
International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, Jun 2013, Ouagadougou, Burkina Faso.
hal-04553193

HAL Id: hal-04553193

<https://univ-eiffel.hal.science/hal-04553193>

Submitted on 19 Apr 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

RECYCLAGE DES OUVRAGES - RENFORCEMENT DE PLATEFORMES FERROVIAIRES PAR SOIL MIXING

Antoine GUIMOND-BARRETT^{1,2}, Anne PANTET², Alain LE KOUBY¹, Jean-François MOSSER³, Nicolas CALON⁴, Philippe REIFFSTECK¹

1 IFSTTAR, Paris, France

2 Université du Havre, Le Havre, France

3 Soletanche Bachy, Rueil-Malmaison, France

4 SNCF, Paris, France

RÉSUMÉ — Cette communication présente les premiers résultats d'essais *in situ* réalisés dans le cadre du projet RUFEX afin d'étudier l'installation de colonnes de sol traité sous une plateforme ferroviaire existante sans dépose préalable de la voie et avec un impact minimal sur le ballast. Des colonnes ont été installées à l'aide d'un outil de mélange à géométrie variable nommé Springsol développé par Soletanche Bachy. Certaines colonnes ont été excavées afin de contrôler leur géométrie et plusieurs échantillons de sol-ciment ont été prélevés pour effectuer des essais en laboratoire.

1. Introduction

Actuellement, la conception des nouvelles infrastructures durables, intègre certes l'utilisation de matériaux et de procédés de construction à faible impact environnemental, en favorisant (1) l'emploi de matériaux locaux, éventuellement traités et (2) des mises en œuvre les moins énergivores. Une autre approche consiste à rendre les infrastructures durables dans le temps, notamment en réaménageant des infrastructures existantes en leur redonnant de la valeur structurale. On peut parler à ce stade de recyclage d'ouvrages.

L'application du procédé « soil mixing » s'applique à cette logique pour renforcer des ouvrages géotechniques du type fondations. Toutefois il y a lieu de faire progresser l'amélioration des sols par ajout de liant hydraulique (ciment, chaux, etc) d'une technique aux résultats assez aléatoires à un procédé industriel délivrant un produit de qualité régulière et contrôlée (Rc, homogénéité, seuil d'écoulement). Ainsi, il s'agit de développer une méthode de composition d'un mélange sol-liant et de rechercher une optimisation sur matériaux

calibrés en s'appuyant sur un programme d'essais sur des éprouvettes de sols traités fabriquées suivant plusieurs protocoles. Par ailleurs, les paramètres principaux de contrôle qualité de l'inclusion de soil-mixing que sont l'énergie dépensée en malaxage par m^3 de sol, le coefficient d'incorporation (volume de coulis incorporé par m^3 de sol) et l'indice de malaxage seront analysés à partir d'essais rhéologiques. Ce qui permettra d'établir la relation entre la formulation et les réponses mécaniques des mélanges à l'état liquide et pâteux.

Par ailleurs, comme de nombreuses lignes ferroviaires existantes en Europe doivent être renforcées pour faire face à une demande croissante en capacité de charge (charge sur essieu et fréquence des trains), le projet RUFEX (Renforcement et RéUtilisation des plateformes Ferroviaires et des Fondations EXistantes) a été initié. Ainsi, des colonnes de sol traité ont été installées sous une voie ferrée existante et sur terrain nu à l'aide d'un outil de mélange à géométrie variable (Springsol). Certaines colonnes ont été excavées afin de contrôler leur géométrie et plusieurs échantillons de sol-ciment ont été prélevés pour effectuer des essais en laboratoire.

2. Présentation du plot expérimental de Vernouillet

Le site expérimental se situe au niveau d'une gare de triage sur la commune de Vernouillet au Nord-Ouest de Paris dans le département des Yvelines (78), France. Au total, vingt-six colonnes ont été réalisées dans un sol sablo-limoneux. Les colonnes de sol traité ont été construites sous voie ferrée et hors voie en diamètre 400 et 600 mm avec l'outil ouvrant Springsol développé par Soletanche Bachy. Le traitement des sols avec le liant hydraulique est effectué par malaxage in situ par voie humide. Toutes les colonnes ont été forées à une profondeur de 5 m. Les quantités de ciment injectées dans les colonnes sont comprises entre 200 et 400 kg/m^3 .

3. Excavation des colonnes

Trois colonnes (nommées X4, X5 et X6) ont été excavées jusqu'à 5 m de profondeur à l'aide d'une pelle mécanique. L'objectif de l'excavation était de vérifier la géométrie des inclusions et d'examiner l'homogénéité du matériau constitutif des colonnes. Des fragments des colonnes excavées ont été prélevés et carottés à l'eau en diamètre 50 mm.



Figure 1. Sections des colonnes excavées (gauche) dans les limons et (droite) dans les sables.

4. Caractéristiques des sols traités – résistances à la compression

Des essais de résistance à la compression sur les éprouvettes carottées ont été menés suivant la norme NF EN 13286-41 (AFNOR, 2003). La figure 2 montre l'évolution de la résistance à la compression R_c en fonction de la profondeur (les barres d'erreur représentent l'écart-type).

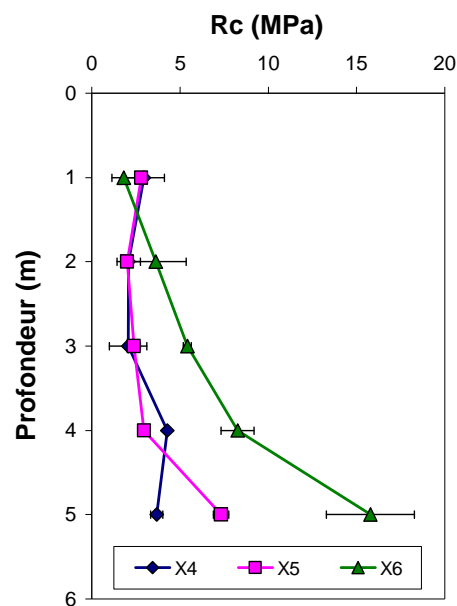


Figure 2. Résistance à la compression en fonction de la profondeur

La distribution des résistances à la compression est présentée dans la figure 3. La résistance caractéristique $R_{c5\%}$ utilisée pour le dimensionnement correspond à la valeur de R_c pour laquelle la probabilité de mise en défaut est de 5% (Eurocode 0, 2006).

Les résistances caractéristiques $R_{c5\%}$ obtenues en supposant une distribution normale des résistances sont très pessimistes. Elles sont en général nettement plus faibles que les fractiles à 5% calculés à partir des résistances mesurées et peuvent dans certains cas conduire à des valeurs négatives.

Du fait de l'asymétrie de la distribution des résistances (figure 3), l'utilisation d'une loi lognormale semble s'imposer pour la détermination de $R_{c5\%}$. Les valeurs calculées avec cette loi sont en accord avec les fractiles à 5% obtenus à partir des résistances mesurées.

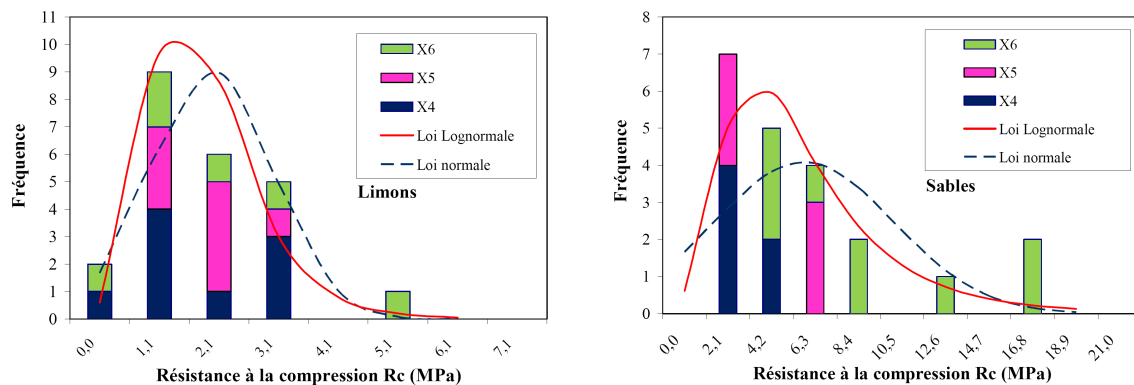


Figure 3. Distribution des résistances à la compression pour les limons (gauche) et les sables traités (droite)

5. Conclusions

Les essais effectués sur le site de Vernouillet confirment qu'il est possible de construire des colonnes de sol-ciment sous une voie ferrée existante. Le mélange produit par le malaxage du sol avec un coulis est visuellement homogène. On note cependant la présence de quelques inclusions de sol. Les résultats des essais de compression simple indiquent que l'utilisation d'une loi lognormale est plus adaptée pour la détermination des résistances caractéristiques des sols traités.

Références

AFNOR, 2003, NF EN 13286-41: méthode d'essai pour la détermination de la résistance à la compression des mélanges traités aux liants hydrauliques.

Eurocode 0, 2006, Règles Générales.