

# Etudes expérimentale et numérique du transfert de charge dans les plateformes renforcées par géosynthétiques

Lieu de travail : INSA de Lyon, Villeurbanne - Auvergne-Rhône-Alpes - France

Champs scientifiques : Génie civil, BTP

Mots clés : géosynthétique, géotechnique, renforcement des sols

## Description du sujet

Un dispositif expérimental permettant de tester l'efficacité des nappes GSY de renforcement de plateformes granulaires soumises à des charges cycliques a été développé dans le laboratoire GEOMAS de l'INSA de Lyon. Les dimensions de ce banc d'essai (1,8 m de large, 5 m de long et 1,2 m de haut) permettent d'envisager de réaliser des essais à l'échelle 1 sous différents cas de chargement :

- Charges verticales cycliques appliquées à l'aide d'un vérin fixé sous une poutre de réaction. Le vérin peut appliquer une charge de 40 kN à une fréquence de 1 Hz.
- Charges roulantes appliquées par un simulateur de circulation. Cet appareil simule un trafic uni ou bidirectionnel, sous une charge normale de 40 kN qui correspond à la charge d'un demi-essieu avec une contrainte au contact roue-surface de 566 kPa. L'appareil a été conçu pour offrir une longueur effective de roulement de deux mètres entre les zones tampons.

La modélisation par éléments discrets des plateformes granulaires renforcées par géosynthétiques a été abordée dans le cadre du projet national ASIRI dans le cas du renforcement par inclusions rigides ou dans le projet FUI GeoInov en ce qui concerne les plateformes sur cavité potentielle et a montré tout son potentiel à bien prendre en compte des mécanismes complexes mis en jeu. Après avoir été correctement calibrés par les résultats expérimentaux, ces modèles permettent d'analyser plus finement le transfert de charge et de réaliser des études paramétriques. De nouveaux développements doivent être apportés à ces modélisations numériques pour prendre en compte les cas des chargements cycliques. Des outils numériques commerciaux (éléments finis, différences finies) seront aussi utilisés pour un meilleur transfert des résultats vers l'ingénierie. L'un des objectifs de ce travail est d'aboutir à des méthodes de dimensionnement et tester, grâce à des modèles numériques avancés, la pertinence et le domaine de validité des modèles numériques continus utilisés à des fins d'ingénierie.

Deux applications de renforcement géosynthétique pourront être expérimentées dans cette thèse : la première concerne le renforcement de plateformes granulaires sur sol peu porteur, la seconde traitera du renforcement de plateformes granulaires sur inclusions rigides.

### 1. Application aux sols peu porteurs

Dans le cas des couches de fondation de chaussées, sur des sols à faibles caractéristiques mécaniques, la présence d'un géosynthétique permet de limiter l'orniérage, d'améliorer la durée de vie de l'ouvrage et dans certains cas d'améliorer la portance de la plateforme, voire de réduire l'épaisseur de la couche de forme tout en atteignant une portance équivalente. Malgré la grande quantité de projets de recherche et un grand nombre de projets fructueux sur le terrain, le

renforcement par géosynthétique n'est toujours pas reconnu comme une solution au même niveau que les méthodes plus conventionnelles. C'est en grande partie dû au manque de modèles à la fois techniquement fiables basés les mécanismes fonctionnels du renfort et indépendants des produits.

L'efficacité d'un géosynthétique pour le renforcement d'une chaussée sur sol peu porteur est une combinaison de nombreux mécanismes d'interaction entre la nappe, le sol en place et la couche d'apport. Le développement de nouvelles nappes avec des caractéristiques optimales nécessite :

- d'étudier le comportement d'une chaussée renforcée par géosynthétique sur sol peu porteur et identifier les mécanismes d'interaction mis en jeu en fonction des différentes configurations de renforcement,
- de concevoir de nouvelles règles de dimensionnement normalisées qui intègrent des propriétés d'interaction des géosynthétiques et non des propriétés propres aux géosynthétiques,
- de proposer des corrélations entre ces propriétés d'interaction et les propriétés des géosynthétiques, ces dernières étant nécessaires au développement de nappes adaptées.

Il semble donc intéressant d'étudier expérimentalement de tels dispositifs pour comprendre quels mécanismes d'interaction sont mis en jeu en fonction des différentes configurations de renforcement et essayer de définir les caractéristiques optimales des géosynthétiques à développer. Cette caractérisation expérimentale en laboratoire complétée par des modélisations numériques sera menée en parallèle à une mise en équation des mécanismes identifiés afin de proposer des règles de dimensionnement intégrées dans des recommandations ; l'objectif étant de donner les éléments de justification du dispositif de renforcement.

## **2. Application au renforcement par inclusions rigides**

Le projet national ASIRI+ a été lancé en avril 2019 pour une période de quatre ans. TenCate, le laboratoire 3SR et le laboratoire Geomas participent à ce projet. Un des objectifs de ce projet est de proposer des règles de dimensionnement des plateformes renforcées par géosynthétiques sur inclusions rigides. Pour atteindre cet objectif, le programme de recherche prévoit :

- des essais en vraie grandeur réalisés dans une fosse du CEREMA de Rouen (Tâche 1),
- des essais en laboratoire réalisés dans le banc expérimental du laboratoire GEOMAS (tâche 3),
- de la modélisation numérique développée au sein du laboratoire 3SR (tâche 8.2).

La présente thèse s'intègre donc dans ce projet national pour traiter les tâches 3 et 8.2.

Un principe semblable à celui utilisé dans le plot expérimental de la tâche 1 sera mis en place sur le banc expérimental du laboratoire Geomas : Inclusions rigides de 50 cm de haut, mousse compressible associée à du biocofra à dissoudre pour simuler la compressibilité du sol mou, instrumentation. L'avantage de cette expérimentation en laboratoire est de pouvoir multiplier les configurations du renforcement de la plateforme granulaire, du maillage des inclusions et d'appliquer des cycles de trafic.

Les essais réalisés dans la tâche 3 couplés aux modèles numériques permettront de :

- comparer l'efficacité de la plateforme granulaire renforcées ou non ;
- déterminer le plan d'égal tassement ;

- déterminer la configuration optimum du renforcement horizontal ;
- comparer l'effet d'une charge cyclique verticale et une charge roulante ;
- analyser les mécanismes de transfert de charge.

### **Prise de fonction :**

02/03/2020

## **Nature du financement**

Cifre

## **Présentation établissement et labo d'accueil**

INSA de Lyon

Le laboratoire GEOMAS (Géomécanique, Matériaux, Structure) est une équipe d'accueil (EA 7495) de recherche sous la tutelle de l'INSA de Lyon.

Le laboratoire est situé sur le campus de Lyon-tech la Doua à Villeurbanne et regroupe des enseignants-chercheurs du Génie Civil et plus particulièrement de la mécanique des structures, des matériaux et de la géomécanique.

L'objectif du laboratoire est de mener une recherche académique d'excellence, adossée à une recherche partenariale, qui vise à répondre aux besoins industriels et sociétaux dans les domaines de la construction au sens large (géomécanique, matériaux et structures) et de l'environnement.

### **Site web :**

<http://http://geomas.insa-lyon.fr/>

## **Profil du candidat**

C'est une approche expérimentale et numérique du problème qui sera abordée par le doctorant avec un transfert vers l'ingénierie, nécessitant un fort investissement pour être capable d'utiliser des outils de modélisation très différents, de travailler avec des équipes de recherche et des ingénieurs de bureau d'études. Le candidat devra justifier d'une formation en Géotechnique ou Génie Civil, une première expérience en modélisation numérique ou en modélisation physique de problèmes géotechniques serait un plus.

### **Date limite de candidature**

15/11/2019