

PROPOSITION DE STAGE 2025-2026

Sujet de stage / Internship

Cinématique de l'Interaction pieu-tunnel : modélisation physique en centrifugeuse

Kinematics of the pile-tunnel Interaction: physical modelling in centrifuge

Niveau recommandé / Required level

☒ Master (M2)

☐ Master (M1)

☒ Ingénieur

☐ Licence

☐ Bac + 2

Compétences requises /skills

Mécanique des sols, travail en équipe, expérimentations / Soil Mechanics, team working, experiments

Description

La densification des travaux souterrains conduit à devoir creuser des tunnels à proximité de bâtiments fondés sur pieux. L'impact du creusement sur les pieux lors du passage du tunnelier fait l'objet du projet ANR E-PILOT (<https://anr.fr/Projet-ANR-21-CE22-0011>) dans la cadre duquel s'inscrit cette étude.

Une étude paramétrique, basée sur des expérimentations en centrifugeuse, sera au cœur de ce stage. La modélisation physique en centrifugeuse permet de réaliser sur des modèles réduits au 1/60ème en suivant des règles de similitude qui permettent de relier les résultats à l'ouvrage prototype en vraie grandeur. Grâce au dispositif développé ces derniers mois, il est possible de simuler le déconfinement local au front de taille d'un tunnel. Le mouvement du front de taille est contrôlé en déplacement vers l'intérieur pour atteindre du déplacement de l'ordre de 5% du diamètre du tunnel.

Les paramètres étudiés sont : 1) la profondeur du tunnel ; 2) la position des pieux par rapport au front de taille (à l'intérieur du mécanisme de rupture ou à l'extérieur). 3) Présence ou non de pieux (effet sur le tassement de surface)

Les pieux, chargés dans des conditions de service, sont instrumentés avec 4 fibres optiques (Bragg), afin de mesurer les profils de moment et la répartition des efforts axiaux. Une instrumentation complémentaire permet de mesurer le tassement des pieux (chargés par des vérins), ainsi que la "cuvette" de tassement par traitement d'image en stéréoscopie.

Les massifs de dimensions 600x600x400 mm seront reconstitués avec du sable de Fontainebleau NE34 (Dano et al., 2024), par pluviation dans l'air.

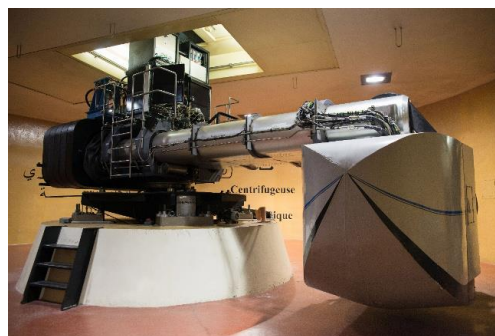
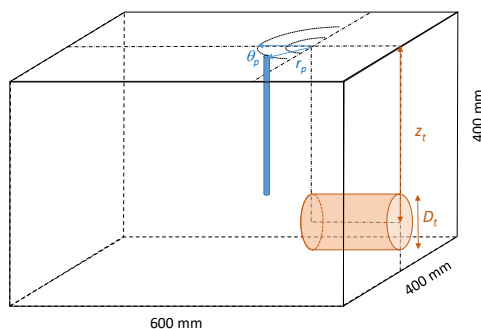


Schéma de principe du conteneur E-Pilot et centrifugeuse géotechnique /Scheme of the E-Pilot container and geotechnical centrifuge

Après une bibliographie sur les interactions pieux-tunnel, le travail de stage portera sur une campagne expérimentale réalisée en centrifugeuse, en utilisant principalement le dispositif dit du « Conteneur E-Pilot », basé sur le concept de la « trap door ».

Le travail attendu doit permettre de mieux comprendre le comportement complexe de ces interactions, en faisant la clarté sur la génération des efforts dans les pieux et sur la cinématique de l'interaction pieu-sol-front de taille.

The densification of underground works means that tunnels must be dug close to buildings founded on piles. The impact of digging on piles when the tunnel boring machine passes through is the subject of the ANR E-PILOT project (<https://anr.fr/Projet-ANR-21-CE22-0011>), within which this study is being conducted.

A parametric study, based on centrifuge experiments, will be at the heart of this internship. Physical modeling in a centrifuge allows 1/60th scale models to be used, following scaling laws that enable the results to be linked to the full-scale prototype structure. Thanks to the device developed in recent months, it is possible to simulate local decompression at the tunnel face. The movement of the tunnel face is controlled as it moves inward to achieve a displacement of around 5% of the tunnel diameter.

The parameters studied are: 1) the depth of the tunnel; 2) the position of the piles in relation to the tunnel face (inside or outside the failure mechanism); 3) the presence or absence of piles (effect on surface settlement)

The piles, loaded under service conditions, are instrumented with four optical fibers (Bragg) to measure the moment profiles and the distribution of axial forces. Additional instrumentation is used to measure pile settlement (loaded by jacks) and the settlement "bowl" using stereoscopic image processing.

The 600x600x400 mm blocks will be reconstructed using Fontainebleau NE34 sand (Dano et al., 2024), by air pluviation.

After compiling a literature review on pile-tunnel interactions, the internship work will focus on an experimental campaign carried out in a centrifuge, mainly using the "E-Pilot Container" device, based on the "trap door" concept.

The expected work should provide a better understanding of the complex behavior of these interactions, clarifying the generation of forces in the piles and the kinematics of the pile-soil-cutter face interaction.

Références

- Bel, J., 2018. Modélisation physique de l'impact du creusement d'un tunnel par tunnelier à front pressurisé sur des fondations profondes. Thèse de Doctorat, Université de Lyon. <https://theses.fr/2018LYSET002>
- Dano Ch., Thorel L., Dupla JC., Benahmed N. 2024. Compilation des propriétés physiques et mécaniques du sable de Fontainebleau NE34/ Compilation of physical and mechanical properties for NE34 Fontainebleau sand . Rev. Fran. Geotech., 179, 6. Publié en ligne le 15/11/24. <https://doi.org/10.1051/geotech/2024027> (in french). <https://univ-eiffel.hal.science/hal-04923818v1>
- Dewoolkar, M. M., Santichaiant, K., Ko, H-Y. 2007. Centrifuge modeling of granular soil response over active circular trapdoors. Soils and Foundations, Vol. 44, No. 5, pp. 931-945.

Lieu du stage

☒ **Université Gustave Eiffel – Campus de Nantes**

Directeur de campus : Eric Gaume
eric.gaume@univ-eiffel.fr

Durée du stage (<i>adaptable</i>)	Contact	Co-encadrement
Date de début : février 2026	Luc Thorel	Matthieu Blanc
Date de fin : juin 2026	Tél. 02 40 84 58 08	matthieu.blanc@univ-eiffel.fr
Durée : 5 mois	Email : luc.thorel@univ-eiffel.fr	

Gratification

Indemnité équivalente à 15% du plafond horaire de la Sécurité Sociale, soit 30.45€ par jour de présence effective.

Avantages accordés : 1) Prise en charge de 50% de l'abonnement transport entre le lieu de résidence lors du stage et le lieu du stage (sur justificatif) ; 2) Subvention pour l'accès au restaurant administratif de l'Université G. Eiffel