

Webinaire « Doctorants en géotechnique »

11 janvier 2021 de 10h30 à 12h30

Programme

Le Comité Français de Mécanique des Sols et de Géotechnique (CFMS) a décidé d'initier, à partir de 2021, une série de webinaires pour permettre aux doctorants de présenter leurs travaux de recherche en cours. Ces webinaires doivent être un moment de partage privilégié, qui permettent aux doctorants d'échanger avec la communauté du CFMS sur leur thématique de recherche. Ces webinaires doivent permettre de favoriser les relations entre les doctorants et les membres du CFMS.

Chaque présentation durera 15 minutes et sera suivie d'un échange de 5 minutes avec les auditeurs.

Programme

Créneau horaire	Doctorant	Sujet de thèse
10h30 – 10h50	Tatiana RICHA Ecole des Ponts	Réduction des incertitudes sur le comportement des sols excavés au tunnelier par l'analyse en continu des données collectées - Application à 2 tronçons du Grand Paris
10h50 – 11h10	Caroline FORESTTI OLIVEIRA Université Clermont Auvergne	Interprétation de l'essai de chargement dynamique en pointe pénétrométrique
11h10 – 11h30	Mohamed Amine Walid KOUAH Université de Caen Normandie	Modélisation numérique multi-échelles et multi-physiques des instabilités gravitaires au vaches Noires (Normandie)
11h30 – 11h50	Chedid SAADE Université Gustave Eiffel, Université de Nantes	Modélisation de la liquéfaction induite par les séismes : Application à la tenue des barrages sismiques
11h50 – 12h10	Christian NOUBISSI KOUNTCHOU Université Paris Saclay	Comportement de tunnel pressurisé en milieux urbains
12h10 – 12h30	Séance de questions / réponses	

Tatiana RICHA

Démarrage de la thèse : 01/05/2020

Titre de la thèse : Réduction des incertitudes sur le comportement des sols excavés au tunnelier par l'analyse en continu des données collectées - Application à 2 tronçons du Grand Paris

Encadrants : Jean-Michel PEREIRA, Lina GUAYACAN (ENPC), Gilles CHAPRON (Terrasol)

Résumé

Le projet de Réseau de Transport Public du Grand Paris comportera plus de 200 km de ligne nouvelle de métro. Les tunnels seront creusés par des tunneliers sous des zones fortement urbanisées et traverseront une stratigraphie riche et contrastée. Au titre de la gestion des risques du creusement vis-à-vis de l'environnement urbain, la réduction des incertitudes sur les prévisions des tassements induits en surface est primordiale. Les données de mesures des déplacements des cibles topographiques fixées sur les chaussées et bâtiments inscrits dans la Zone d'Influence Géotechnique ainsi que les données du pilotage du tunnelier sont systématiquement acquises. Ces informations brutes issues du creusement de la ligne 15 Sud-Ouest et de la ligne 14 Sud sont collectées, nettoyées et organisées dans une base de données robuste. Ces ensembles de données sont ensuite analysés par des approches de modélisation statistiques telles que des approches basées sur des techniques de classification, de filtrage ou d'apprentissage machine en vue de recalibrer les prévisions de tassement. Le défi est d'éviter le piège de la boîte noire en appliquant ces approches purement numériques : une démarche complètement décorrélée de la mécanique des sols risquerait de conduire à des résultats trop éloignés de la réalité physique. Des conclusions seront établies quant à l'intérêt et la performance de chacune des méthodes de traitement statistique mises en oeuvre ainsi que leur application potentielle à d'autres lignes du Grand Paris dans l'objectif d'améliorer la prédiction des tassements en surface et le recalage de cette prédiction au fur et à mesure des creusements.

Ces travaux seront complétés par une modélisation numérique 2D en éléments finis qui prendra en compte la stratigraphie du tracé ainsi que l'effet de l'avancement du front de taille. Cette démarche permettra d'obtenir une grande quantité de données fiables qui seront utilisées dans les analyses par apprentissage machine.

L'objectif est la réalisation d'une analyse des données issues des mesures in-situ, enrichie à l'aide des outils d'intelligence artificielle. L'intérêt de ce travail est de construire un modèle simplifié et fiable qui constituera un outil décisionnel, réactif et précis, pour le suivi de l'excavation à court et long terme.

Caroline FORESTTI OLIVEIRA

Démarrage de la thèse : 07/01/2019

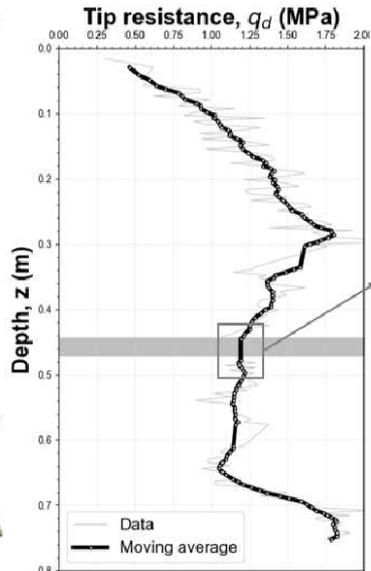
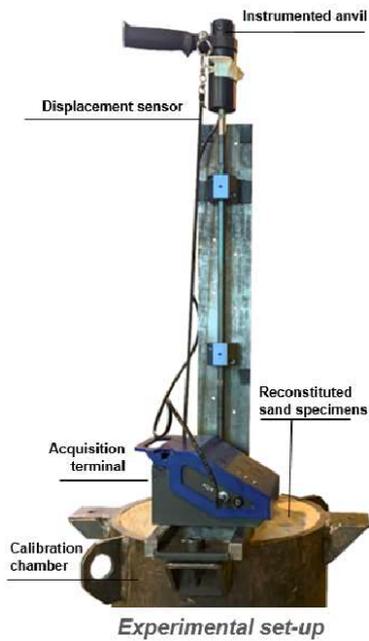
Titre de la thèse : Interprétation de l'essai de chargement dynamique en pointe pénétrométrique

Encadrants : Miguel A BENZ-NAVARRETE (Sol Solution), Pierre BREUL, Bastien CHEVALIER (UCA)

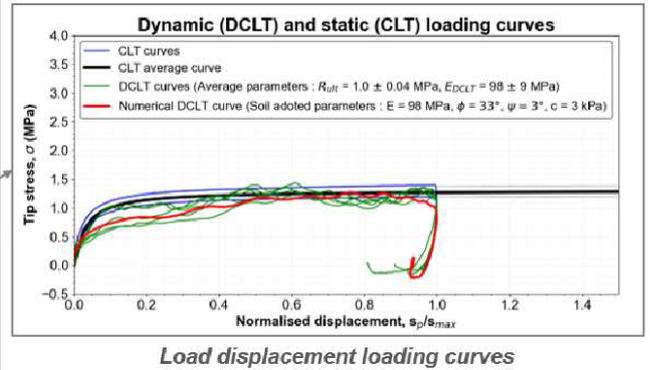
Résumé

La caractérisation de sols est une condition indispensable pour le dimensionnement des fondations en génie civil. Au niveau mondial, ces travaux de caractérisation, dont l'objectif est de fournir les paramètres physiques et mécaniques du sol afin d'adapter l'ouvrage au terrain, sont basés sur la réalisation d'essais in situ. Au-delà des limites techniques, la plupart de ces méthodes ne permettent pas d'avoir une caractérisation des sols en surface à faible coût. A l'heure actuelle, l'essai de chargement dynamique en pointe pénétrométrique réalisé au pénétromètre Panda3® répond à un grand nombre des besoins (coût, rapidité, haut rendement de mesures). Grâce à l'instrumentation et l'exploitation des signaux de force et d'accélération intégrés à l'essai, celui-ci fournit une courbe de chargement dynamique du sol pour chaque impact. Celle-ci traduit la réponse effort-enfoncement sous chargement dynamique, riche de renseignements quant au comportement en déformation et en cisaillement des sols. Le caractère dynamique et transitoire de l'essai, couplé à la précision et au grand nombre de mesures obtenues, facilite l'application de différentes méthodes d'analyse intégrant différentes approches. D'une part, lors des premiers instants suivant le choc, l'essai est assimilable à un essai de choc. Pour cet intervalle, l'exploitation des signaux de force et de vitesse en pointe permet d'étudier le comportement à faibles déformations et d'évaluer la vitesse d'ondes du sol. Par ailleurs, le type de sollicitation, la géométrie et les conditions aux limites de cet essai ressemblent à un essai dynamique de pieu. De manière similaire à un essai de chargement dynamique de pieu, la réponse du sol en pointe peut être interprété à l'aide d'un modèle d'interaction.

Actuellement, le modèle simple type masse-ressort-amortisseur appliqué n'intègre pas certains aspects importants du phénomène (non-linéarité du sol, amortissement géométrique, ...). Or, ceci ne permet pas d'accéder à des paramètres effort-déformation. Le but de ce travail est de proposer une méthode d'interprétation basée sur un modèle d'interaction alimenté par des paramètres caractérisant le comportement du sol. Afin de proposer un modèle analytique adapté, on s'appuie sur des essais de chargement statique et dynamique réalisés en chambre d'étalonnage avec les sables d'Hostun et de Fontainebleau à différents états de densité. Parallèlement, un modèle numérique en différences finies simulant l'essai a été développé. Ceci afin de mieux étudier l'essai et d'aider la mise au point du modèle d'interaction. Les résultats ont montré que le modèle d'interaction permet d'estimer la courbe statique et de fournir des paramètres de déformabilité du sol.



Fontainebleau specimen profile
($\rho_d = 1490 \text{ kg/m}^3$)



Load displacement loading curves

Mohamed Amine Walid KOUAH

Démarrage de la thèse : 01/12/2020

Titre de la thèse : Modélisation numérique multi-échelles et multi-physiques des instabilités gravitaires au vaches Noires (Normandie)

Encadrants : Olivier MAQUAIRE (LETG-Caen Géophen), Yannick THIERY (BRGM, Orléans)

Résumé

Les falaises des Vaches Noires représentent un site au relief de badlands fortement actif en Normandie. Différents types d'instabilités gravitaires sont observés : des glissements rotationnels, translationnels et complexes, accompagnés de chutes de blocs calcaires/crayeux se produisant en partie amont des falaises. A l'aval, la morphologie chaotique est affectée par des coulées boueuses argileuses aux dynamiques et aux modalités d'extensions diverses.

Fondé sur des séries d'observations et de mesures de terrain acquises depuis six années, l'idée est de développer et d'adapter une chaîne de modélisation numérique multi-échelles (de l'échelle du grain à l'échelle du versant). Cette chaîne de modélisation prend en compte les changements d'état et de comportement des matériaux à des échelles spatiales et temporelles variées, d'amont en aval des versants, mais également de l'initiation à la progradation (transition solide, élasto-plastique, visco-élastique, visco-élastoplastique).

Dans un premier temps, l'initiation des déstabilisations sera réalisée sous FLAC2D. Plusieurs difficultés sont rencontrées pour la définition d'un modèle géotechnique de sol : i) la forte hétérogénéité latérale des formations géologiques ; ii) les volumes représentatifs de quelques mètres induisent une difficulté concernant le type et le nombre d'essais à réaliser afin d'obtenir des caractéristiques mécaniques de résistance représentatives.

Pour s'affranchir de cette difficulté, il a été décidé de réaliser une analyse par approche semi-probabiliste pour couvrir toutes les variations possibles des caractéristiques de résistance en utilisant la simulation de Monte-Carlo. Cette méthode consiste à échantillonner par une technique de simulation appropriée les paramètres aléatoires d'entrée, suivi d'un calcul déterministe effectué pour chaque réalisation simulée des paramètres. Les résultats obtenus sont ensuite traités statistiquement pour obtenir l'information probabiliste de N réalisations, c'est-à-dire : i) évaluer la probabilité de faille, ii) déterminer la moyenne et iii) déterminer l'écart type des variables de sortie du problème.

Dans un second temps, une étape de calibration des paramètres est nécessaire, en s'appuyant sur des évènements connus au moment du déclenchement d'un mouvement hydrogravitaire, avec la caractérisation de la surface de rupture obtenue par comparaison de deux modèles numériques de terrain (MNT) réalisés à l'aide de la photogrammétrie SfM (Structure from Motion). Dans ce cas, on est face à une démarche inverse : on cherche à déterminer les paramètres de sol conduisant à l'apparition de la surface de rupture avec les paramètres préalablement enregistrés.

Après des modélisations simples permettant de comprendre la contribution de chaque phénomène dans le déclenchement, une modélisation couplée a été entreprise afin de prendre en compte les pressions interstitielles dues à l'évolution de nappe ainsi que la déformation mécanique induite.

Figure 1 : Application de la méthode de Monte Carlo pour la stabilité des pentes.

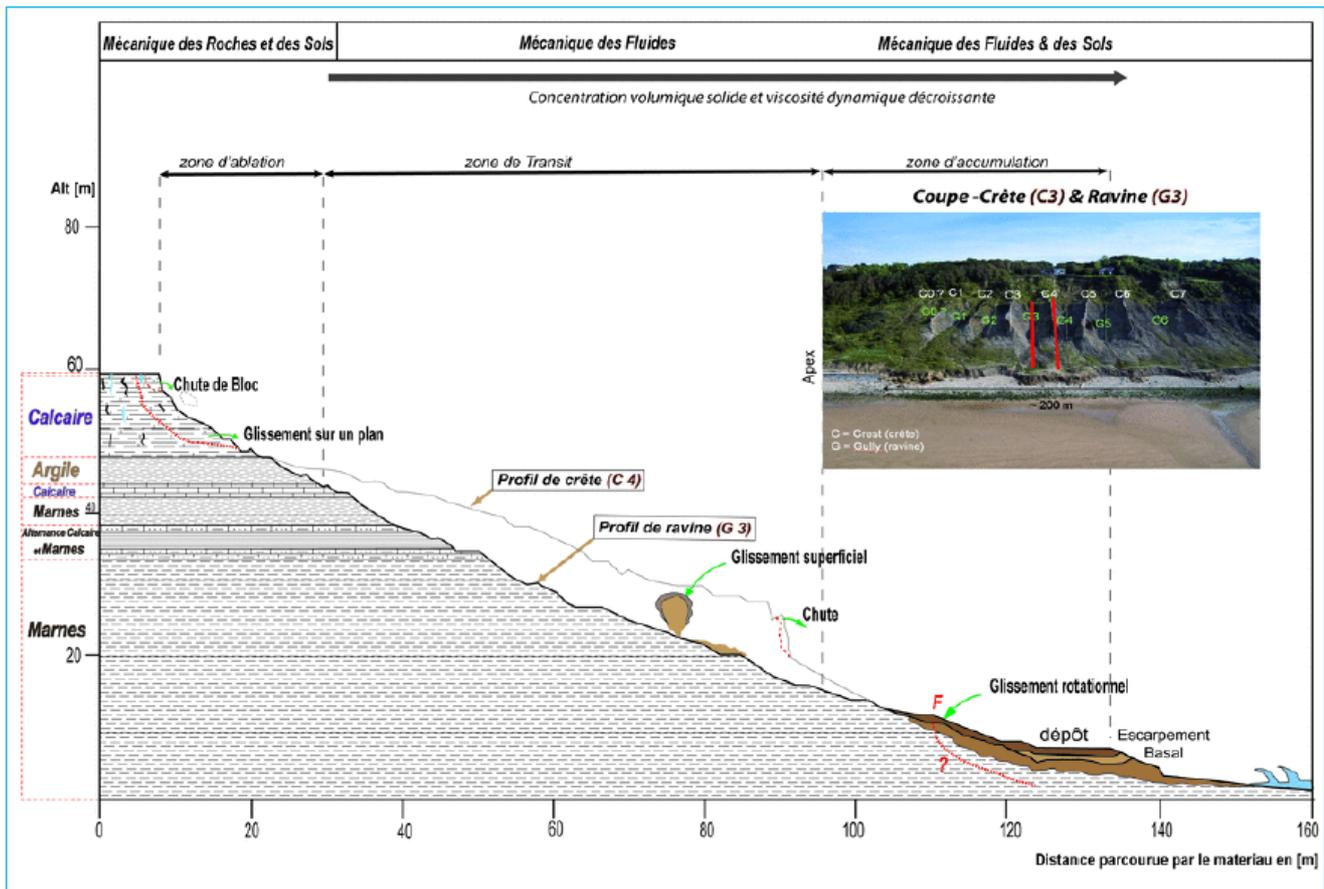
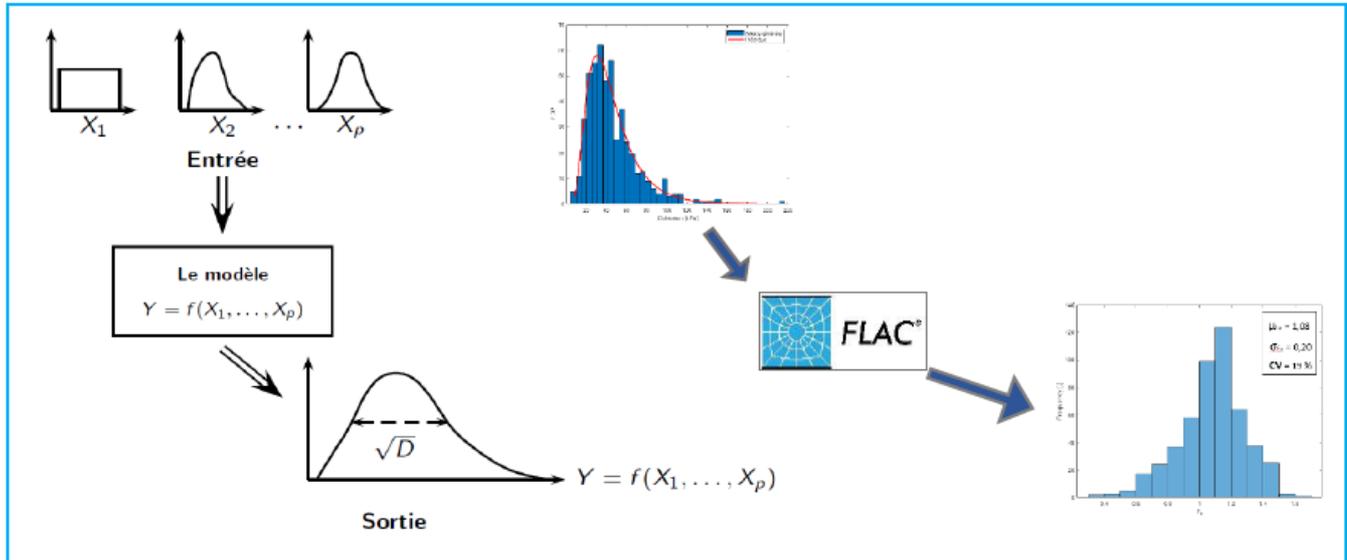


Figure 2 : Schéma illustratif des différentes instabilités gravitaires rencontrées au site des Vaches Noires

Chedid SAADE

Démarrage de la thèse : 01/10/2020

Titre de la thèse : Modélisation de la liquéfaction induit par les séismes : Application à la tenue des barrages sismiques

Encadrants : Luc THOREL, Sandra ESCOFFIER, Zheng LI (Université Gustave Eiffel)

Résumé

Le phénomène de liquéfaction induit par tremblement de terre est à l'origine de dommages importants pouvant aller jusqu'à la rupture des remblais de surface comme par exemple en Arménie (1988) et au Japon (2011). Les mécanismes de rupture des remblais, parfois anciens, construits sur sol liquéfiable sont mal connus. L'objectif générale de ces travaux est d'étudier le comportement des remblais sur sol liquéfiable en tenant en compte des effets de la présence des fines. Le schéma représentant l'objectif général du travail est présenté dans la Figure 1. Dans ce cadre, une étude expérimentale par modélisation physique en centrifugeuse va être réalisée. En parallèle, des simulations numériques sont menées comme un complément efficace à la modélisation physique.

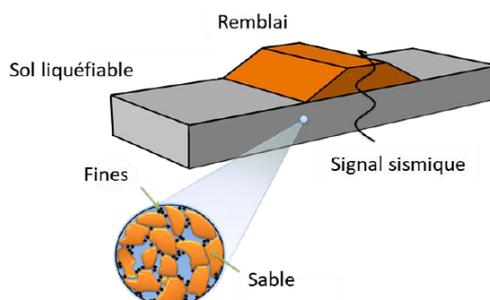


Figure 1. Schéma représentant l'objectif général des travaux

L'étude actuelle se concentre sur la conception du modèle réduit centrifugé : détermination des dimensions du modèle, conception des signaux dynamiques, choix du conteneur de sol (rigide et laminaire). La simulation FEM a été utilisée sur la plateforme Opensees et une loi de comportement avancé (PM4Sand) a été exploitée pour le sable Hostun HN31. Avec le modèle FEM calibré, les effets de bords des conteneurs rigides et laminaires sont estimés. Pour le modèle champ libre et le modèle avec remblai, la zone d'influence des conteneurs est identifiée. Enfin, pour le signal qui sera utilisé dans les essais en centrifugeuse, l'amplitude, la fréquence et le nombre de cycles du signal dynamique sont déterminés.

Christian NOUBISSI KOUNTCHOU

Démarrage de la thèse : 15/04/2019

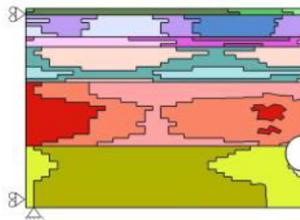
Titre de la thèse : Comportement de tunnel pressurisé en milieux urbains

Encadrants : Guillaume PUEL, Fernando LOPEZ-CABALLERO, Reza TAHERZADEH

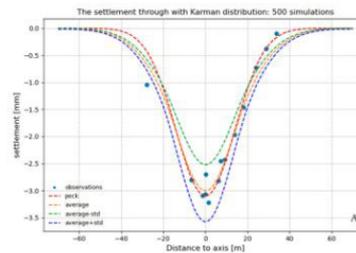
Résumé

Dans le cadre de la conception des tunnels en milieu Urbain, les paramètres géotechniques et le caractère hétérogène des sols peuvent impacter significativement les tassements en surface induits par le creusement. Celles-ci pourraient avoir des conséquences sur les structures et infrastructures avoisinantes. Pour prévenir ces déplacements, des calculs géotechniques qui se basent sur les méthodes numériques aux éléments finis sont généralement menées en supposant des couches de sol homogènes.

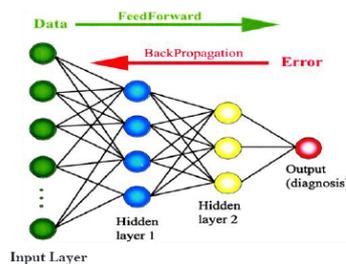
Ce travail se base sur les résultats enregistrés lors du creusement de la ligne 16 du projet « Grand Paris Express ». Il a pour objectif de présenter dans un premier temps une approche nouvelle permettant de prendre en compte de façon explicite l'hétérogénéité des sols et d'étudier son effet sur la cuvette de tassement. Cette approche nécessite la génération de champs aléatoires à l'aide des fonctions de corrélation tels que la fonction Gaussienne, Exponentielle et Von Karman. Dans le but de simplifier la complexité de cette méthode, une approche probabiliste est prise en compte par des couches homogènes en y intégrant des incertitudes sur les valeurs des paramètres de sols est également proposée. L'approche probabiliste nécessite un nombre important de simulations numériques, ce qui la rend très coûteuse en temps de calcul. Pour pallier ce problème, ce travail propose enfin le développement d'un métamodèle capable de prédire très rapidement la cuvette de tassement engendrée par le creusement de tunnel.



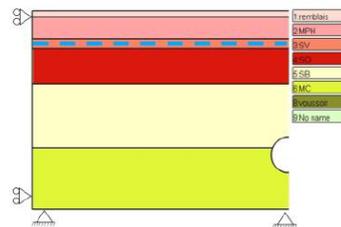
Modélisation Explicite de l'hétérogénéité des sols



Analyse statistique de la cuvette de tassement



Architecture d'un réseau de neurone



Homogénéisation des couches de sol