

**Thèse de doctorat offerte dans le laboratoire MAST-  
EMGCU/GERS-SRO  
de l'Université Gustave Eiffel**

**« Comportement des structures légères face au retrait-gonflement  
des argiles (RGA) »**

L'université Gustave Eiffel née de la fusion de l'université Paris est Marne le Vallée et de l'IFSTTAR est un acteur majeur de la recherche européenne sur la ville et les territoires, les transports et le génie civil. Elle conduit des travaux de recherche finalisée et d'expertise dans les domaines des transports, des infrastructures, des risques naturels et de la ville pour améliorer les conditions de vie et plus largement favoriser un développement durable de nos sociétés. Au sein du département MAST (Matériaux et Structures), le laboratoire EMGCU (Le laboratoire d'Expérimentation et Modélisation du Génie Civil et Urbain) regroupe 13 cadres de recherche travaillant dans le domaine du Génie Civil, et spécialisé dans la recherche et le développement, et expertises centrées sur le cycle de vie et la sécurité des structures du Génie Civil et du bâtiment. Sa recherche porte sur les matériaux et structures de béton, de leur conception à leur fin de vie en passant par la détection d'anomalies et les moyens innovants permettant d'y remédier. EMGCU travaille étroitement avec le département GERS (Géotechnique, environnement, risques naturels et sciences de la terre), le laboratoire SRO (Sols, roches et ouvrages géotechniques) regroupe 14 cadres de recherche travaillant dans le domaine de la géotechnique, des risques naturels, de la mécanique des sols, et des géomatériaux notamment la physico-chimie des sols. Les missions de laboratoire couvrent des recherches appliquées dans le domaine de la géotechnique, des expertises et prestations d'essais peu courants selon des protocoles spécifiques, du conseil et de l'appui aux services publiques notamment la direction générale de la prévention des risques du Ministère de l'Ecologie, ainsi que des missions de formations et de normalisation, travail en lien étroit avec le monde professionnel des Travaux Publics.

C'est dans ce contexte que le doctorant recruté pourra contribuer à mieux comprendre le « Comportement des structures légères face au retrait-gonflement des argiles ou RGA », phénomène à l'origine de nombreuses pathologies sur les constructions en période de sécheresse. Phénomène d'ampleur avec une maison individuelle sur deux en France exposée au retrait-gonflement des sols argileux, et donc aux fissures de son bâti, il est urgent de trouver des moyens pour réduire, prévenir, remédier à ces effets qui ne peuvent que s'intensifier avec le changement climatique. Si la loi ELAN adoptée en 2018, rend obligatoire la réalisation d'une étude géotechnique pour pouvoir vendre un terrain constructible et avant de construire une maison sur un sol sensible au retrait gonflement (aléa moyen et fort), les mesures prises ne semblent pas pouvoir endiguer les pathologies. L'article 68 de la loi ELAN permet en effet de réduire la sinistralité touchant les constructions neuves mais elle ne concerne pas le bâti existant, qui constitue la majorité des constructions touchées par les épisodes de sécheresse. Il est donc nécessaire de répondre aux deux questions suivantes : (1) Les mesures proposées actuellement dans les guides de recommandations traitant du problème de RGA sont-elles suffisantes ? (2) De nouvelles mesures sont-elles à prendre en compte, et si oui, lesquelles ? Les travaux de la présente thèse portant sur l'impact du changement climatique sur les constructions légère soumises au retrait-gonflement des sols d'assises des fondations, doivent permettre de répondre à ces deux questions, qui représentent un enjeu majeur pour l'économie française, puisque les désordres se chiffrent en milliards d'euros à l'échelle nationale.

Cette thèse de doctorat sera réalisée dans le cadre du Projet REMED RGA, financée par l'ADEME (le plan France 2030), et qui porte sur : « l'Efficacité des mesures existantes et innovantes de remédiation/prévention des effets du RGA sur les bâtiments anciens ».

Les objectifs visés par cette thèse se répartissent selon deux axes :

-le premier point consistera à mieux comprendre le comportement global d'une structure légère fondée par l'intermédiaire de fondations superficielles sur des sols argileux, en déterminant les actions (charges, efforts horizontaux, verticaux...) supplémentaires à prendre en compte et à appliquer sur la structure pour dimensionner les différents éléments (poutres, poteaux, chainages...).

-l'objectif final consistera à suggérer des mesures pour réduire ou éviter la gravité de l'aléa de retrait-gonflement, en vue de minimiser l'impact de ce dernier sur les constructions légères, tel que stipulé dans la loi ELAN.

Une thèse de doctorat sur la partie géotechnique démarrera en même temps que cette thèse. Les deux doctorants travailleront ensemble sur la partie interaction sol-fondation/structure. Le travail de deux thèses contribuera à la conception de démonstrateur (une maison) à Champs sur Marne, qui sera sollicité afin de valider en vraie grandeur la solution de confortement développée pendant cette thèse.

Plusieurs aspects seront déclinés au cours de ce doctorat, s'appuyant sur les données existantes, les enquêtes de terrain (diagnostic des maisons sinistrées), et des simulations numériques. La démarche qui sera mise en œuvre comportera :

-en premier lieu, l'analyse des maisons sinistrées choisies selon leurs typologies sur la commune de Champs-sur-Marne. Ces structures seront soumises à plusieurs scénarios de sollicitation afin de reproduire les désordres observés sur les bâtiments. On attachera une importance particulière aux malfaçons les plus courantes et celles qui seront identifiées après l'auscultation et l'enquête de terrain et l'analyse des dossiers des maisons sinistrées au droit de la commune,

-la deuxième partie des travaux sera dédiée aux solutions de réparation (type de renforcement de la structure, localisation, dimensionnement...) à proposer pour chaque type de maison étudié (une dizaine de cas seront sélectionnés sur la commune de Champs-sur-Marne). Une ou des solutions de réparation seront proposées pour chaque type de maison et l'effet du renforcement sera étudié par modélisation numérique (étude paramétrique et étude de différentes alternatives). Les logiciels qui seront utilisés sont GRAITEC, SCIA (en lien avec un bureau d'étude structure). Le but est d'alimenter la base de données des techniques simples pour remédier/prévenir les effets du RGA sur les maisons individuelles avec la hiérarchisation de leur degré d'efficacité (mis en regard de leur coût, durabilité et technicité).

-la troisième phase synthétisera les données des expérimentations et des cas récoltés lors de diagnostics des maisons sinistrées. Ceux-ci seront utilisés pour alimenter la base de données de logiciel COMSOL afin de réaliser une modélisation « mixte » ou complète de l'interaction sol-fondation-structure, en couplant le comportement de la structure (maison) en réponse à la mise en place de solutions touchant le sol/fondation (notamment la solution innovante de type colonne de sable injectée de solution enzymatique utilisée pour l'amélioration de la portance du sol) et une ou des solutions de confortement de la structure. La solution qui sera retenue et validée pour le scénario de sollicitation climatique le plus défavorable sera la solution appliquée sur le démonstrateur en vraie grandeur afin de valider sa faisabilité et son efficacité.

## **1. Modalité de réalisation**

- La durée de la thèse est 3 ans à partir d'octobre 2024.
- Le(a) doctorant(e) sera amené(e) à travailler à l'Université Gustave Eiffel à Champs-sur-Marne, un logement en Ile de France est nécessaire,
- Des déplacements et des interactions avec des acteurs extérieurs (chantiers, Maries, bureaux d'études, laboratoires, etc.) feront partie du travail.

## **2. Profil attendu**

Le (a) candidat(e) devra être titulaire d'un niveau BAC+5 avec une formation dans le domaine de la structure (Génie Civil), ou d'une école d'ingénieur.

## **3. Candidature**

Vous pouvez soumettre votre candidature (CV, lettre de motivation, notes des précédentes années, lettre de recommandation éventuelle) avant le 12 juillet 2024 à TRAN Le-Hung (Encadrant [le-hung.tran@univ-eiffel.fr](mailto:le-hung.tran@univ-eiffel.fr)), CHESNAIS Céline (encadrante [celine.chesnais@univ-eiffel.fr](mailto:celine.chesnais@univ-eiffel.fr)), MAKKI Lamis (encadrante [lamis.makki@univ-eiffel.fr](mailto:lamis.makki@univ-eiffel.fr)), SCHMIDT Franziska ([franziska.schmidt@univ-eiffel.fr](mailto:franziska.schmidt@univ-eiffel.fr), Directrice de thèse), REIFFSTECK Philippe (Co-directeur de thèse, [philippe.reiffsteck@univ-eiffel.fr](mailto:philippe.reiffsteck@univ-eiffel.fr)).