



## Thesis Topic

### **Contribution of numerical modeling to the optimization of building adaptation solutions facing the expansion of the shrinkage and swelling phenomenon of clayed soils**

**Reception laboratory:** *Laboratoire de Mécanique Gabriel Lamé, 8 rue Léonard de Vinci, 45072 Orléans*

**Duration :** *36 months from 01/12/2024 to 30/11/2027*

**Remuneration :** *2100 euros gross/month*

**Supervisors :** Duc Phi DO ([duc-phi.do@univ-orleans.fr](mailto:duc-phi.do@univ-orleans.fr)), Dashnor HOXHA ([dashnor.hoxha@univ-orleans.fr](mailto:dashnor.hoxha@univ-orleans.fr)), Lamine IGHIL AMEUR ([lamine.ighil-ameur@cerema.fr](mailto:lamine.ighil-ameur@cerema.fr)), Yudan JIN ([yudan.jin@univ-orleans.fr](mailto:yudan.jin@univ-orleans.fr)).

#### **Context :**

Climate change is reflected in an average rise in temperatures, an intensification of precipitation, an increase in the frequency of drought periods, etc. Since 2015, France has marked increasingly intense droughts over longer periods. These climatic phenomena have a very considerable impact on the physical and mechanical characteristics of clayed soils. These exceptional events are the main factor triggering the shrinkage-swelling phenomenon of this type of soil and consequently cause damage to buildings. Simulations carried out by Météo France highlight the increase in the probability of drought, extreme droughts over most of metropolitan France, and a tripling of the cost of drought claims is expected by 2050.

#### **Objectives :**

The thesis topic is part of the SAFE RGA project (Innovative Solutions for Adapting Buildings Exposed to Drought Facing the Expansion of the Clay Shrinkage-Swelling Phenomenon) funded by ADEME. This project aims at developing new innovative solutions for adapting houses exposed to shrinkage-swelling phenomenon in the context of increasingly intense, long and recurring droughts under the effect of climate change.

In this context, the objectives of this thesis subject consist in developing and applying numerical modeling technique to support and optimize adaptation solutions with regard to the shrinkage-swelling phenomenon according to the scientific program carried out at three scales: the laboratory test scale on small samples, the intermediate scale of an instrumented environmental chamber WABox (Weather AdapBox) and the building scale.

- At the laboratory test scale, the choices and developments of multiphysical behavior models (hydro-mechanical, thermo-hydro-mechanical, thermo-chemo-hydro-mechanical) to accurately reproduce the mechanisms observed on clayed soils before and after the application of adaptation solutions will be the first crucial steps. The other important contribution consists of sensitivity analyses followed by the calibration/inversion of key parameters of the multiphysical soil models and also the optimization of experimental designs at this scale.
- Numerical simulations of the WABox scale tests considering soil heterogeneity and random hydraulic state will be carried out under controlled climatic conditions. Comparison of numerical predictions with experimental results at this scale will allow to verify the capacity of the adopted models in reproducing the spatio-temporal evolution of water conditions and movement of clayey soils.
- In the last step, numerical modellings will be conducted at the scale of an individual building. By coupling with in-situ measurement data, numerical simulations of the behavior of clayed soils will be carried out under real conditions of climate change. As a final objective of the thesis subject, this numerical approach should contribute to the optimization procedure of adaptation solutions to reduce the risks of damage to buildings according to different climate change scenarios. By considering the heterogeneous nature of clayed soils and the biases in the climate projection, the uncertainties of the multiphysical behavior of the soil and the changing climate can be considered in the numerical approach and the optimization procedure.

**Candidate profile :**

The candidate must hold a Master 2 degree or equivalent in civil engineering or geomechanics with an introduction/training in numerical methods, good knowledge required in mechanics, multiphysics coupling, statistics.

**Application :** Send by email a CV, Master's transcript and a cover letter (max. 1 page) describing your experience and motivation to: [duc-phi.do@univ-orleans.fr](mailto:duc-phi.do@univ-orleans.fr).

The application deadline is 15/10/2024.



## Sujet de thèse

### **Contribution de la modélisation numérique à l'optimisation des solutions d'adaptation du bâti face à l'expansion du phénomène de retrait-gonflement des argiles**

**Laboratoire d'accueil :** *Laboratoire de Mécanique Gabriel Lamé, 8 rue Léonard de Vinci, 45072 Orléans*

**Durée :** *36 mois du 01/12/2024 au 30/11/2027*

**Rémunération :** *2100 euros brut/mois*

**Encadrants :** Duc Phi DO ([duc-phi.do@univ-orleans.fr](mailto:duc-phi.do@univ-orleans.fr)), Dashnor HOXHA ([dashnor.hoxha@univ-orleans.fr](mailto:dashnor.hoxha@univ-orleans.fr)), Lamine IGHIL AMEUR ([lamine.ighil-ameur@cerema.fr](mailto:lamine.ighil-ameur@cerema.fr)), Yudan JIN ([yudan.jin@univ-orleans.fr](mailto:yudan.jin@univ-orleans.fr)).

#### **Contexte :**

Le changement climatique se traduit par une élévation moyenne des températures, une intensification des précipitations, une augmentation de la fréquence des périodes de sécheresse... Depuis 2015, la France a marqué les sécheresses de plus en plus intenses et sur des périodes plus longues. Ces phénomènes climatiques ont un impact très considérable sur les caractéristiques physiques et mécaniques des sols argileux. Ces événements exceptionnels sont le principal facteur de déclenchement du phénomène de retrait-gonflement de ce type de sols et par conséquent provoquent des dégâts des bâtiments. Les simulations menées par Météo France mettent en évidence l'accroissement de la probabilité de sécheresse, des sécheresses extrêmes sur la majeure partie du territoire métropolitain et un triplement du coût de la sinistralité sécheresse est attendu à horizon 2050.

#### **Objectifs :**

Le sujet de thèse s'inscrit dans le cadre du projet SAFE RGA (Solutions innovantes d'Adaptation du bâti exposé à la sécheresse Face à l'Expansion du phénomène de Retrait-Gonflement des Argiles) financé par l'ADEME. Ce projet vise à développer de nouvelles solutions innovantes pour l'adaptation des maisons exposées au RGA face aux sécheresses de plus en plus intenses, longues et récurrentes sous l'effet du changement climatique.

Dans ce contexte, les objectifs de ce sujet de thèse consistent à développer et appliquer les outils numériques pour accompagner et optimiser les solutions d'adaptation vis-à-vis du phénomène RGA selon le programme scientifique mené à trois échelles : l'échelle d'essai au laboratoire sur de petits échantillons, l'échelle intermédiaire d'une chambre environnementale instrumentée WABox (Weather AdapBox) et l'échelle du bâti.

- A l'échelle d'essai au laboratoire, les choix et les développements des modèles de comportement multiphysiques (hydro-mécanique, thermo-hydro-mécanique, thermo-chemo-hydro-mécanique) permettant de reproduire précisément les mécanismes observés sur les sols argileux avant et après l'application des solutions d'adaptation seront les premières étapes cruciales. L'autre contribution importante consistera les analyses de sensibilité suivies par la calibration/inversion des paramètres clés des modèles multiphysiques du sol et aussi l'optimisation des plans d'expériences à cette échelle.
- Les simulations numériques des essais à l'échelle de la boîte WABox en considérant l'hétérogénéité des sols et les sollicitations hydriques aléatoires seront réalisées sous les conditions climatiques contrôlées. La comparaison des prédictions numériques avec les résultats expérimentaux à cette échelle permettra de vérifier la capacité des modèles adoptés dans la reproduction de l'évolution spatio-temporelle des conditions hydriques et du mouvement des sols argileux.
- Dans la dernière étape, les études numériques seront menées à l'échelle d'un bâti individuel. En couplant avec les données de mesure in-situ, les simulations numériques du comportement des sols argileux seront réalisées dans les conditions réelles de l'évolution climatique. Comme un objectif final du sujet de thèse, cette approche numérique devra contribuer à la procédure d'optimisation des solutions d'adaptation pour réduire les risques d'endommagement du bâti selon les différents scénarii du changement climatique. En regardant la nature hétérogène du sol et les biais dans la projection climatique, les incertitudes du comportement multiphysique du sol et du climat changeant pourront être envisagées dans l'approche numérique et la procédure d'optimisation.

### **Profil du candidat :**

Le candidat devra être titulaire d'un diplôme de Master 2 ou équivalent en génie civil ou géomécanique avec une initiation/formation aux méthodes numériques, bonnes connaissances requises en mécanique, couplage multiphysique, statistiques. Goût pour la modélisation numérique et qualités relationnelles permettant de travailler en équipe.

**Candidature :** envoyer par courrier électronique un CV, le relevé de notes de Master et une lettre de motivation (max. 1 page) décrivant votre expérience et votre motivation à : [duc-phi.do@univ-orleans.fr](mailto:duc-phi.do@univ-orleans.fr).

La date limite de candidature est le 15/10/2024.