

## Proposition de Stage de Master 2

**Laboratoire d'accueil :** Laboratoire Navier (UMR ENPC - UGE et CNRS)  
6 et 8 avenue Blaise- Pascal - Champs-sur-Marne

**Durée :** 4-6 mois à partir de février-mars 2023.



### **Sujet : Étude du rôle de la méso-structure dans le comportement élasto-plastique des argiles**

**Mots-clés :** Physique de la matière, Modélisation, Simulation numérique, Elasto-plasticité

Dans le cadre de la théorie de l'élasto-plasticité, les géo-matériaux présentent souvent des règles d'écoulement complexes. Leur identification et modélisation sont particulièrement délicates puisqu'elles sont basées sur des mesures de déformations plastiques réalisées au laboratoire. Par manque d'un nombre suffisant de résultats expérimentaux de bonne qualité, l'ingénieur choisit souvent, par souci de simplicité, de réduire le comportement de géomatériaux à des règles simplifiées, mais cela peut induire des erreurs significatives dans les résultats de simulation à l'échelle du continu, en particulier dès lors que des couplages entre les phénomènes mécaniques, hydriques et thermiques sont en jeu.

Il y a tout lieu de penser que ces comportements résultent de la complexité des géomatériaux à l'échelle mésoscopique, ce qui est notamment le cas des roches argileuses. Les argiles, en effet, sont constituées de particules minérales flexibles, non-sphériques et qui développent des interactions complexes, très sensibles à la salinité, à la température, à l'humidité, et présentant une très forte hystérésis liée à formation de couches d'hydratation.

L'objectif de ce stage est d'étudier le lien entre les phénomènes physiques ayant lieu à l'échelle de la méso-structure d'une roche argileuse et son comportement élasto-plastique macroscopique, par la mise en œuvre de simulations numériques discrètes. A partir de modèles récemment développés au laboratoire Navier, nous envisagerons une modélisation simplifiée, mais au coût de calcul significativement amélioré, qui, en combinaison avec des techniques numériques appropriées pour étudier le comportement mécanique de solides, permettra d'une part d'utiliser des systèmes plus grands que dans les études précédentes (ce qui réduit le bruit des données, et simplifie leur analyse), et surtout d'explorer très systématiquement un très grand nombre de sollicitations mécaniques afin de caractériser précisément la loi de comportement plastique, et de relier ces comportements à des propriétés méso-structurelles.

#### **Candidatures et contact :**

Les candidats intéressés sont invités à envoyer leur CV accompagné d'une lettre de motivation à Laurent Brochard ([laurent.brochard@enpc.fr](mailto:laurent.brochard@enpc.fr)), Siavash Ghabezloo ([siavash.ghabezloo@enpc.fr](mailto:siavash.ghabezloo@enpc.fr)), Anaël Lemaitre ([anael.lemaitre@enpc.fr](mailto:anael.lemaitre@enpc.fr)) et Francesco Puosi ([francesco.puosi@univ-eiffel.fr](mailto:francesco.puosi@univ-eiffel.fr)).

**Possibilité de poursuite en thèse (candidature à une bourse ENPC ou UGE).**