

## OFFRE DE STAGE

### Vers une meilleure sécurité des ouvrages souterrains : modélisation hydromécanique des zones endommagées dans les roches argileuses

Nos réf. : Ineris - - ID 2848672

**Date de publication :** 02/01/2026

**Lieu :** Ineris (Nancy) – Campus ARTEM, Ecole des Mines de Nancy

**Type de contrat :** stage

**Contact :** [Mountaka.Souley@ineris.fr](mailto:Mountaka.Souley@ineris.fr) - Tél. : +33 (0) 3 54 40 66 33  
[Fabrice.Golfier@univ-lorraine.fr](mailto:Fabrice.Golfier@univ-lorraine.fr) - Tél. : +33 (0)3 72 74 45 63

#### Contexte scientifique et professionnel

Dans un monde confronté à des défis majeurs en matière de gestion durable des ressources et des déchets, les ouvrages souterrains occupent une place stratégique dans le stockage géologique des énergies, des déchets dont ceux radioactifs, du CO<sub>2</sub>, etc. Ces infrastructures doivent garantir une intégrité mécanique et une étanchéité durable, parfois sur des échelles de temps de plusieurs millénaires.

Cependant, le creusement d'ouvrages souterrains perturbe l'état initial des massifs rocheux, générant des zones endommagées (EDZ) dont le comportement mécanique et hydraulique est ainsi modifié. Comprendre et modéliser ces phénomènes est essentiel pour assurer la sécurité, la performance et la pérennité de ces ouvrages.

Ce stage propose une immersion dans un projet de recherche appliquée à fort enjeu, visant à explorer les mécanismes complexes de fracturation autour des ouvrages souterrains, et à développer des outils de modélisation hydromécanique avancée.

#### Objectif du stage

Dans le cadre des ouvrages de fermeture du projet Cigéo (stockage géologique) de l'Andra au sein du laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne (LS M/HM) dans la formation argileuse du Callovo-Oxfordien (CO<sub>x</sub>), des observations ont permis de caractériser avec précision la géométrie et la topologie de la fracturation induite par le creusement des galeries.

Des travaux préliminaires ont permis de mettre en œuvre une approche numérique couplée, intégrant le comportement de la matrice rocheuse et celui de ces fractures induites.

L'objectif de ce stage est de compléter ces premiers travaux en précisant le rôle des dimensions de l'EDZ, de la densité des fractures, des paramètres clefs régissant le comportement de l'argilite saine et des fractures sur la réponse hydromécanique à moyen et long termes de ces ouvrages.

Concrètement, tu utiliseras le code de calcul 3DEC (éléments distincts) ou COMSOL Multiphysics® pour tester sa capacité à reproduire les observations in situ. Après avoir intégré le comportement hydromécanique au modèle existant (initialement mécanique), tu mèneras une analyse de sensibilité multi-paramètres pour ajuster les propriétés géométriques et hydromécaniques (extension de l'EDZ, espacement des fractures, perméabilité, etc.) et simuler l'évolution temporelle de la zone endommagée.

#### Ce que tu vas apprendre et développer

- Modélisation numérique avancée en géomécanique
- Couplage hydromécanique dans les milieux fracturés
- Analyse de sensibilité et calibration de modèles

- Immersion dans un projet de recherche appliquée en lien avec les enjeux industriels et environnementaux

#### **Profil recherché**

- Étudiant(e) en Master 2 ou école d'ingénieurs en géosciences, géomécanique ou géotechnique
- À l'aise avec les outils de simulation numérique (éléments finis, différences finies, éléments discrets, etc.)
- Curieux(se), rigoureux(se), autonome et force de proposition, esprit d'équipe.

#### **Et après ?**

Ce stage débouchera sur une **thèse de doctorat** sur les mécanismes de transfert et transport couplés dans les zones endommagées. Une belle opportunité pour s'engager dans un parcours de recherche ambitieux !

#### **Divers**

Durée : 6 mois, à partir de février 2026

Stage conventionné et indemnisé

Indemnisation des frais de transport sous conditions

**Ce poste est ouvert aux personnes en situation de handicap.**