



THESE Andra 2026 – Appel à candidature

Sujet

Propriétés d'une interface de confinement et son influence sur le flambement d'une structure tubulaire souterraine

Contexte

L'exigence de récupérabilité des colis de stockage de déchets radioactifs de haute activité (HA) dans le projet Cigéo, impose de garantir la stabilité mécanique des alvéoles HA pendant environ un siècle. Le chemisage (tube en acier) qui équipe ces ouvrages doit ainsi résister au flambement sous contact pendant cette durée, au cours de laquelle il va être soumis à un chargement mécanique croissant appliqué par le milieu confinant et à une dégradation progressive par corrosion. Si les travaux menés sur le sujet ont clairement mis en évidence l'apport du confinement sur la pression maximale supportée par le tube confiné, par rapport au cas d'un flambement libre, le rôle de la présence d'une interface en matériau cimentaire entre le chemisage et la roche hôte, et plus particulièrement le rôle de sa rigidité, sur la tenue au flambement et le comportement post-flambement, reste à préciser et constitue une question ouverte dans la communauté scientifique du domaine.

Objectif

L'objectif des travaux de thèse sera de caractériser les conditions d'apparition du flambement de tubes en acier, sous pression externe et confinés par un milieu bi-matériau. Des essais préliminaires ont en effet montré une instabilité dans le comportement dépendant de l'épaisseur de l'interface pour la gamme de rigidité du matériau cimentaire envisagée pour Cigéo. Pour certaines conditions (rigidité du matériau cimentaire, épaisseur de l'interface), le flambement ne semble plus captable, ni expérimentalement, ni numériquement, par le seul suivi de la pression externe appliquée au milieu confinant (apparition d'un pic), comme c'est le cas habituellement. Ce comportement conduit à s'interroger sur le rôle de l'interface dans la reprise des efforts appliqués par le milieu confinant et transmis au chemisage.

Sur la base d'une approche alliant essais sur maquettes à échelle réduite et modélisation numérique, les travaux de thèse devront permettre de préciser les points suivants :

- Simulation de l'instabilité structurale de tubes métalliques confinés, sous pression externe.
- Préciser les critères d'instabilité structurale qui pourraient conduire au flambement.
- Identifier la sensibilité du comportement au flambement aux différents paramètres de l'interface, notamment sa rigidité et son épaisseur (en valeur moyenne et hétérogénéité).
- Identifier les marges de dimensionnement tout en maintenant un niveau élevé de fiabilité du chemisage des alvéoles HA.

Compétence scientifique recherchée

Cursus : Master M2 /École d'Ingénieur de Génie civil, ou Master M2/École d'Ingénieur de Mécanique avec une spécialisation en Mécanique des Structures et/ou Mécanique des Solides.

Compétences et acquis : Mécanique des milieux continus ; Ouvrages Géotechniques/Mécanique des Structures ; Lois de Comportement Mécanique, Modélisation par éléments finis.

Une double compétence en expérimental et numérique est appréciée ; prise d'initiative et mobilité sont deux qualités également appréciées pour cette thèse.

Aspects administratifs et durée de la thèse

Durée : 3 ans, avec une première inscription en thèse sur l'année universitaire 2026-2027

Salaire brut : environ 2200 € par mois (le doctorant sera salarié d'Andra)

Remarque : Sous réserve d'acceptation de la candidature par l'Andra

Audition des candidats : **Prévue entre le 23 et le 27 mars 2026.**

Dossier de Candidature

Date limite de candidature pour le dépôt de la candidature : **18 mars 2026 à 12h00 (UTC+1)**

Documents à fournir :

- Lettre de motivation
- Curriculum vitae
- Copies des certificats de chaque diplôme universitaire et rapport de notes du Master (S9 obligatoire, et S10 si possible)
- Lettre de recommandation

Éligibilité :

- Toute et tout candidat(e)s intra-communautaire
- Toute et tout candidat(e) extra-communautaire titulaire d'une carte de résident ou d'une carte de séjour pluri annuelle portant la mention « *pasport talent* ».
- Les candidats doivent soit détenir un diplôme de Master (Génie civil ou Mécanique) ou équivalent soit inscrits en M2-Master/ou équivalent l'année 2025-2026.
- Les candidats doivent posséder des compétences en anglais écrit et oral

Direction de la thèse et Encadrement

Dr. Mohamad Jrad et Prof. Mahdia Hattab Laboratoire d'Étude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux (LEM3) CNRS UMR 7239 Université de Lorraine, Campus du Technopole France	Prof. Spyros Karamanos Department of Mechanical Engineering University of Thessaly Greece
--	---

Contact : Mohamad Jrad : Mohamad.jrad@univ-lorraine.fr ou Mahdia Hattab : Mahdia.hattab@univ-lorraine.fr



Andra 2026 - PhD. Thesis position

Subject

Role of Confining Interface Properties on Buckling of Underground Steel Tubes

Context

The requirement for retrievability of high-level radioactive waste (HLW) disposal packages within the Cigéo project entails ensuring the mechanical stability of HLW disposal cells for approximately one century. The lining (steel tube casing) set up in these structures must therefore withstand contact buckling over this period, during which it will be subjected to increasing mechanical loading applied by the surrounding confining medium, assisted by gradual material degradation due to corrosion.

Although previous studies have clearly demonstrated the beneficial effect of confinement on the maximum pressure sustained by the confined tube, compared to free buckling conditions, the role of the cementitious interface between the lining and the host rock, and in particular the influence of its stiffness, buckling and post-buckling response, remains to be clarified and constitutes an open research topic.

Objectives

The objective of the PhD research is to characterize the conditions under which buckling may occur in steel tubes under external pressure, surrounded by this bi-material confining medium configuration. Preliminary experimental results have revealed an instability in behavior depending on the thickness of the interface for the range of cementitious material stiffness considered for Cigéo. Under certain conditions (of cementitious material stiffness and interface thickness), buckling no longer appears to be detectable, either experimentally or numerically, through the sole monitoring of externally applied pressure on the confining medium (i.e., the appearance of a peak), as is typically the case.

This behavior raises questions regarding the role of the interface in redistributing and transmitting the loads applied by the confining medium to the lining.

Based on a combined approach involving small-scale experimental testing and numerical modeling, the PhD work will aim at:

- Simulating the structural instability response of confined metal tubes, subjected to external pressure.
- Refining the structural instability criteria under which buckling may occur.
- Identifying the sensitivity of buckling behavior to interface parameters, particularly stiffness and thickness (mean value and heterogeneity).
- Identify the design safety margins while maintaining a high level of reliability of steel casing for HLW disposals cells.

Required Scientific Background

Academic background: Master's degree (M2) in Civil Engineering, or Engineering Mechanics, with specialization in Structures and/or Solid Mechanics;

Skills and knowledge: Continuum Mechanics; Geotechnical Engineering / Structural Mechanics; Mechanical Constitutive Laws, Finite Element Modelling.

Dual expertise in both experimental and numerical approaches is highly valued. Initiative and mobility are also appreciated qualities for this PhD position.

Administrative Information and Duration

Duration: 3 years, with first registration in the 2026–2027 academic year

Gross salary: Approximately €2,200 per month (the PhD candidate will be employed by Andra)

Note: Subject to acceptance of the candidate by Andra

Candidate's Interviews: **to be scheduled between March 23 and March 27, 2026**

Application Procedure

Application deadline: **March 18, 2026, at 12h00 (UTC+1)**

Documents to be submitted:

- A statement of purpose (motivation letter)
- Curriculum vitae
- Copies of degree certificates and Master's transcript (Semester 9 required, and semester 10 if possible)
- Letter of recommendation

Eligibility:

- EU citizenship is preferred
- Applications from Non-EU citizens may also be considered, holding either a valid French residence permit ("*carte de resident*") or a multi-year residence permit bearing the designation "*Passeport Talent*".
- Candidates must either hold a master's degree (Civil Engineering or Engineering Mechanics) or equivalent, or be enrolled in a M2-Master's (or equivalent) during the 2025–2026 academic year
- Proficiency in written and spoken English is required

Supervisors of the Ph.D. thesis

Dr. Mohamad Jrad and Prof. Mahdia Hattab Laboratoire d'Étude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux (LEM3) CNRS UMR 7239 Université de Lorraine, Campus du Technopole France	Prof. Spyros Karamanos Department of Mechanical Engineering University of Thessaly Greece
--	---

Contact : Mohamad Jrad: Mohamad.jrad@univ-lorraine.fr or Mahdia Hattab: Mahdia.hattab@univ-lorraine.fr