

Offre de thèse :

Analyse de la stabilité et des bifurcations des méthodes numériques de résolution de la dynamique non-lisse d'une poutre visco-élastique impactant des butées : application à un modèle simplifié de mécanisme de commande de grappe.

Encadrants Framatome : Cédric Pozzolini, Clément Grenat

Encadrants académiques : Vanessa Lleras, Yves Renard, Roberto Alcorta

Contact : cedric.pozzolini@framatome.com

1. Description de l'entité

Framatome est un acteur international majeur de la filière nucléaire reconnu pour ses solutions innovantes et ses technologies à forte valeur ajoutée pour la conception, la construction, la maintenance et le développement du parc nucléaire mondial. L'entreprise conçoit et fabrique des composants, du combustible, des systèmes de contrôle-commande et offre toute une gamme de services destinés aux réacteurs.

Grâce à ses 14 000 collaborateurs à travers le monde, Framatome met chaque jour son expertise au service de ses clients pour leur permettre d'améliorer la sûreté et la performance de leurs centrales nucléaires et de contribuer à atteindre leurs objectifs économiques et sociétaux.

Framatome est détenue par le groupe EDF (75,5 %), Mitsubishi Heavy Industries (MHI – 19,5 %) et Assystem (5 %)

2. Description du poste

Pays – France

Régions – Auvergne-Rhône-Alpes

Départements – Rhône (69)

Site – Lyon

Déplacements – Occasionnels

Durée du contrat – 36 mois

Métier— ETUDES - CONCEPTION & INGENIERIE – TAD - Conception mécanique

Intitulé du poste – Thèse CIFRE – Simulation du comportement dynamique de structures soumises à des impacts en situation de séisme F/H

Contrat – Thèse Cifre

Fourchette de rémunération – Barème

Description de la BU

Au sein de Framatome, la Direction Technique et Ingénierie assure le développement, la conception et l'agrément des chaudières nucléaires et des équipements associés. Elle propose également aux exploitants des études d'ingénierie de conception, de réalisation et de services. Elle intervient, à ce titre, comme autorité technique en apportant toute son expertise 'fin d'offrir un haut niveau de sûreté et de performance.

2.1 Description de la mission

Contexte

La protection des installations nucléaires contre les risques naturels ou les accidents constitue une partie importante de la démonstration de sûreté de celles-ci. Parmi ces risques, le séisme peut être dimensionnant pour les équipements de la chaudière nucléaire. Les conséquences de ce type d'événements doivent donc être étudiées et justifiées.

Des modèles éléments-finis des différents composants du circuit primaire sont développés pour permettre l'étude du comportement dynamique de la chaudière lorsqu'elle est soumise à des chargements extrêmes tels que des sollicitations sismiques.

La progression des moyens de calcul dans les dernières décennies permet des représentations de plus en plus détaillées du comportement des structures et des composants. Une importante activité de recherche et de développement tourne autour de la thématique de l'amélioration des modèles numériques et en particulier des méthodes de calcul en dynamique.

Objectifs

Cette proposition de thèse fait suite aux difficultés récurrentes de prise en compte des impacts dans les calculs dynamiques implicites à partir de modèles éléments finis. Ce type de modélisation non-linéaire permet la prise en compte des phénomènes de chocs aux interfaces des structures pendant un séisme.

Les phénomènes d'impact sont difficiles à modéliser, et font toujours l'objet de recherches académiques et certaines questions mathématiques demeurent ouvertes (unicité, stabilité et convergence des schémas numériques ...etc.). Ainsi, certains calculs sismiques (i.e. vibrations aléatoires) s'avèrent parfois « non-répétables ». Un calcul lancé deux fois avec la même mise en donnée peut alors conduire à des résultats différents avec une forte variabilité sur les grandeurs d'intérêt attendues en sortie des modèles (efforts d'impact aux contacts, contraintes, déplacements, etc.). Les systèmes présentant des changements

d'états sont connus pour avoir des régimes chaotiques générant ce type de non-répétabilité. C'est la raison pour laquelle, la cause supposée de ces non-répétabilités est la présence de ces régimes.

L'objectif de la thèse est d'analyser l'influence des méthodes numériques de résolutions temporelles sur la dynamique d'une poutre visco-élastique (dite d'Euler Bernoulli) soumise à impactant des butées. Cet objectif se traduira par la réalisation des points suivants :

- explorer les régimes établis du système à l'aide de méthodes d'intégration temporelle à disposition chez Framatome,
- analyser des régimes établis périodiques, leur stabilité et les bifurcations associées,
- réaliser l'analyse numérique du bilan énergétique, de l'unicité/ non-unicité et de la convergence des solutions,
- l'introduction du frottement ou d'un modèle alternatif type Timochenko pour la poutre pourront être envisagés.

Pour mener cette mission, le doctorant intégrera le **computing science center of excellence de Framatome (DTIPDS)**. Le travail d'étude portera sur un modèle python (développé et étudié par un précédent stagiaire) d'une poutre vibrante entre deux butées représentant de façon très simplifiée un Mécanisme de Commande de Grappe (MCG). Le système serait excité dans un premier temps à l'aide de balayage sinusoïdale, puis par des sollicitations sismiques. La thèse s'articulera autour de deux temps forts.

Dans un premier temps, une prise en main des codes python sera réalisée en effectuant des calculs non linéaires avec impacts dans un cadre simplifié et maîtrisé afin de se familiariser avec le système et la problématique étudiés, en particulier l'étude des schémas en temps et espace, et la modélisation du contact.

Dans un second temps, des analyses mathématiques fines seront réalisées sur le bilan énergétique, l'unicité/ non-unicité des solutions, les régimes dynamiques établis, leur stabilité, et leur convergence.

2.2 Profil

Vous justifiez d'une formation de niveau Bac+5 en école d'ingénieurs ou équivalent universitaire avec une dominante en analyse numérique.

Vous disposez de compétences en :

- analyse numérique des Equations différentielles/ équations aux dérivées partielles,
- simulation numérique par la méthode des éléments finis,

- programmation informatique pour le calcul scientifique (Python, Scilab, Matlab).

Vous démontrez un goût prononcé pour la modélisation en mécanique non linéaire.

Vous faites preuve de dynamisme, d'autonomie et vous appréciez le travail en équipe.

Doté d'un bon relationnel, vous êtes rigoureux et force de proposition.

Vous êtes à l'aise en anglais technique.

Ce qui peut être un plus :

- des connaissances dynamique des structures,
- une première expérience d'utilisation du logiciel commercial type ANSYS/ ABAQUS,
- des bases concernant la théorie du chaos déterministe, ou théorie ergodique,
- des notions sur la théorie des bifurcations,
- un attrait particulier pour la filière nucléaire.

3. Informations additionnelles

Poste soumis à enquête administrative : oui

Poste soumis à autorisation au titre du contrôle des exportations : non

4. Critères candidat

Niveau d'études min. requis – Bac+5

Niveau d'expérience min. requis – Etudiant

Niveau d'emploi – Etudiant

Ce poste est-il ouvert aux candidats en situation de handicap ? – Conformément aux engagements pris par Framatome en faveur de l'accueil et de l'intégration des personnes en situation de handicap, cet emploi est ouvert à toutes et à tous sous réserve de l'accord de la médecine du travail.