

Imagerie par courant de Foucault pour les tubes droits des générateurs de vapeurs

Contexte

Les générateurs de vapeur représentent une composante particulièrement sensible en termes de sûreté car elle constitue l'interface entre le circuit primaire et secondaire des réacteurs nucléaires à eau pressurisée (REP). L'un des moyens d'inspection les plus efficaces est l'utilisation de sondes à courants de Foucault (CF) afin de détecter divers types de dégradations : dépôts colmatants, encrassement, fissures, usures, manques de matière etc... On a développé dans [1, 2] des méthodes d'inversions de modèles physiques pour proposer une solution d'imagerie robuste et précise des dépôts en 3D pour les générateurs de vapeur. En parallèle à ces travaux la problématique industrielle de l'encrassement pouvant être analysée avec un modèle 2D (axisymétrique) a pris de l'ampleur. Au travers de ce stage on souhaite adapter et compléter nos outils d'inversion sur cette problématique spécifique. Par ailleurs on souhaite aussi étendre, toujours en 2D, nos outils d'inversion afin de reconstruire en plus des défauts de type fissures.

Contexte particulier du stage

Lors de la thèse de Zixian Ziang [1] des premiers travaux ont été menés pour montrer qu'il était possible de mettre en œuvre une stratégie d'inversion sur un modèle 2D représentatif de certains contrôles dans le générateur de vapeur. On a ainsi pu mettre en place une reconstruction de dépôt pour le cas du tube droit avec une sonde axiale (SAX). Ces premiers travaux exploratoires ont montré que l'on pouvait reconstruire des formes volumiques ou des dépôts fins avec de bons résultats.

Ces travaux se sont poursuivis dans [2] afin d'obtenir une inversion 3D dans un temps satisfaisant. Un travail important a été mené pour améliorer la modélisation des problèmes directs et inverses. Pour ce dernier, nous sommes passés d'une optimisation géométrique à une optimisation topologique. Ces travaux de thèse ont également enrichi le modèle 2D original en y incorporant les développements liés à la simulation haute performance, mais aussi en explorant d'autres types de dégradations comme la recherche des paramètres physique des dépôts ou les imperfections de fabrication des tubes.

L'objectif du stage est de reprendre les résultats 2D antérieurs qui correspondent aux contrôles d'un tube droit par une sonde SAX afin de mettre en œuvre une méthodologie de reconstruction des dépôts de type encrassement. Les briques de bases sont déjà disponibles. Il s'agira de quantifier les avantages et les inconvénients à utiliser un modèle fin pour l'encrassement par rapport à un modèle volumique. L'objectif ensuite serait de proposer des stratégies de passage à l'échelle pour être en mesure de traiter un nombre très important de données.

Dans un second temps on étudiera et implémentera le problème inverse visant à reconstruire une fissure. Il s'agira tout d'abord de trouver une modélisation adaptée de la fissure pour ne pas dégrader les propriétés avantageuses de la formulation actuelle pour le problème inverse. Finalement on analysera la reconstruction conjointe de l'encrassement et de la fissure.

Profil souhaité

- 3^{ème} année d'Ecole d'ingénieurs, Master 2
- Formation : mathématiques appliquées, connaissance des éléments finis, analyse numérique

Environnement informatique :

- FreeFEM
- Python/matlab

Modalités

- Durée : 6 mois (dates à préciser)
- Localisation : le stage se déroulera à ENSTA au sein de l'équipe INRIA IDEFIX

Contacts :

- L. Audibert - EDF R&D Chatou - lorenzo.audibert@edf.fr
- H. Haddar - INRIA - housse.haddar@inria.fr

Bibliographie

- [1] Jiang Z., Some inversion methods applied to non-destructive testings of steam generator via eddy current probe, PhD thesis, Ecole Polytechnique (2014)
- [2] Girardon H., Audibert L., Haddar H., Shape reconstruction of deposits inside a steam generator using eddy current measurements, Rapport de recherche, 2019