



CEA Cadarache



LMA Marseille

Thèse proposée par le CEA Cadarache sur la période 2014 - 2017

Sujet de thèse :

Etude de la propagation des ultrasons dans un milieu fluide inhomogène en vue de la surveillance continue en fonctionnement d'un réacteur nucléaire à caloporteur sodium

Contexte :

L'inspection et la surveillance des réacteurs nucléaires refroidis au sodium liquide (SFR) fait largement appel à des procédés acoustiques, le milieu étant opaque. Pour les réacteurs du futur, et pour le réacteur ASTRID, des extensions de mise en œuvre de procédés acoustiques sont étudiées par rapport à celles des réacteurs Phénix et Super Phénix (Visus, Sonar) : thermométrie en sortie d'assemblages, mesures de compacité du cœur, télémétrie, visualisation, ...

La mise au point des dispositifs et l'estimation de leurs performances sous les diverses conditions de fonctionnement du réacteur, d'hétérogénéité et de non stationnarité du milieu, nécessite le développement de méthodes et outils de modélisation adaptés aux domaines d'étude : géométrie, milieu de propagation, fréquence acoustique, ...

Objectifs de la thèse

L'écoulement du sodium en sortie d'assemblages du cœur du réacteur constitue un milieu fluide inhomogène et turbulent. Les équations régissant la propagation d'ondes acoustiques dans des milieux inhomogènes et turbulents sont connues notamment en aéroacoustique où l'intensité de l'onde peut aussi créer des non linéarités.

Une première partie de la thèse consistera à faire d'une part le bilan des connaissances sur le milieu de l'écoulement du sodium au-dessus du cœur du réacteur en prenant en compte les développements des simulations numériques des écoulements (Computational Fluid Dynamics) menés notamment au CEA et d'autre part d'envisager les scénarios de mesure ultrasonore dans le cadre de l'ISIR et de la surveillance continue car le régime de l'écoulement change selon le lieu de la mesure (au cœur, en bordure, ...) et le mode de fonctionnement du réacteur (à l'arrêt, en fonctionnement, prise en compte de l'engazement, ...). L'analyse des scénarios et de la connaissance du milieu permettra de dégager les hypothèses simplificatrices qui permettront de choisir les modèles numériques qui seront étudiés.

Plusieurs études antérieures ont permis de choisir d'utiliser et de développer le code SPECFEM (<http://www.geodynamics.org/cig/software/specfem3d>) pour mener ce travail de thèse.

Deux cas d'études sont déjà prévus : lorsque la variabilité du champ des vitesses est faible les équations actuelles qui régissent SPECFEM pourront être utilisées avec des modifications faibles, et dans le cas contraire les équations devront être complétées de manière plus significative. La simulation devra pouvoir être menée en 3D pour prévoir par exemple les phénomènes de déviations du faisceau acoustique dues au milieu et interpréter les résultats d'essais physiques.

Le travail de thèse devra également prévoir les développements expérimentaux qui permettront de valider la démarche numérique. Plusieurs bancs expérimentaux sont d'ores et déjà disponibles ou prévus pour simuler des écoulements turbulents avec tourbillons, comme le banc IKHAR. L'analyse

des scénarios en première partie de la thèse permettra d'affiner les conditions expérimentales les plus pertinentes possibles.

La modélisation de la source acoustique (traducteur) devra également être envisagée dans SPECFEM afin de pouvoir comparer plus finement les simulations numériques avec les développements expérimentaux.

Ecole Doctorale : ED 353 Sciences pour l'Ingénieur

Mots clés : Contrôle Non destructif, Propagation d'ondes, Modélisation numérique, Code SPECFEM

Conditions : contrat doctoral avec le CEA Cadarache et le Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Aix-en-Provence / Marseille

Contacts CEA : jean-philippe.jeannot@cea.fr 044253710 (Chef de laboratoire CEA),
christian.lhuillier@cea.fr 0442257432 (encadrant CEA)

Contacts LMA : komatitsch@lma.cnrs-mrs.fr (Directeur de thèse) joseph.moysan@univ-amu.fr (Co-Directeur de thèse) 0442939052

Profil des candidats :

Formation généraliste, Connaissance en analyse numérique et en propagation des ondes élastiques
Développements informatiques pour SPECFEM (Fortran, Python, utilisation d'un code de maillage, ...)

Candidatures. Cloture de la sélection de candidat :

La phase d'entretiens avec les candidats est ouverte. La sélection finale du candidat par le CEA sera effectuée le 15 mai 2014 au plus tard

Consultation sur le site internet de l'INSTN :

Le sujet peut être consulté sur le site internet de l'INSTN :

www-instn.cea.fr/-Sujets-de-thèse-.html

onglet « par direction opérationnelle du CEA »

onglet « Direction de l'Energie Nucléaire »

onglet « Département de Technologie Nucléaire »

sujet « SL-DEN-14-0153 »