

Rentrée Universitaire 2012 Ecole Doctorale SPIGA

SUJET DE THESE : **Auscultation ultrasonore des matériaux très hétérogènes**

Directeur de thèse : O. Abraham Tél. : 0240845918 odile.abraham@lcpc.fr MACS7 – IFSTTAR, Nantes

Co-directeur de thèse : V. Tourmat Tél. : 0243833624 vincent.tourmat@univ-lemans.fr LAUM, CNRS, le Mans

Conseiller d'étude : A. Le Duff Tél. : 02 41 86 67 12 alain.le_duff@eseo.fr GSII – ESEO, Angers

Procédure de candidature : <http://www.ifsttar.fr/publication/theses/candidats/index.php>

Pour Candidater : http://www.ifsttar.fr/publication/theses/candidats/sujet.php?num=614&num_session=1

Description détaillée du sujet :

Contexte :

La caractérisation mécanique du béton d'enrobage qui protège les aciers de la corrosion est capitale dans le diagnostic des structures et l'évaluation de leur durée de vie résiduelle. La détermination de caractéristiques mécaniques des premiers centimètres de béton dans le cadre du suivi des ouvrages est complexe car la profondeur d'investigation souhaitée est de l'ordre de grandeur des hétérogénéités du milieu. Le projet ANR SENSO a été l'occasion de montrer, grâce à un programme expérimental de grande richesse, que la vitesse des ondes de surface est sensible à la porosité du matériau et à sa teneur en eau. Le potentiel des ultrasons pour la caractérisation des matériaux du génie civil mérite des recherches approfondies en lien avec la complexité multi échelle de ces derniers.

Description du sujet :

L'objectif de la thèse est de mettre au point une méthode de caractérisation des matériaux très hétérogènes dont les propriétés mécaniques varient avec la profondeur suite à une dégradation, à une réparation (composite collé en surface, traitement spécifique) ou à des gradients liés aux conditions environnementales.

Cette méthode reposera sur la mesure du champ cohérent pour les ondes de surface (approche validée lors de la thèse CIFRE EDF/Ifsttar de M. CHEKROUN) et du champ incohérent. La nécessité de faire un grand nombre de mesures, et ce sur des surfaces importantes pour l'imagerie in situ, requiert par ailleurs un dispositif expérimental optimisé pour une mesure locale représentative du matériau.

Description des travaux :

La thèse comportera 4 volets :

Utilisation en plus des mesures de vitesse (projet SENSO) de l'atténuation des ondes de surface plus sensible mais plus délicate à mesurer. Intégration dans le problème inverse développé par le post-doctorant L. LU des hypothèses du modèle d'homogénéisation développé dans la thèse de M. CHEKROUN avec L. LE MARREC (IRMAR rennes). En particulier l'homogénéisation en présence d'une surface libre reste un problème ouvert. La modélisation d'un gradient de propriété peut être effectuée sur le modèle homogénéisé. La validation de cette approche est un élément important sur le plan théorique mais aussi pratique : par exemple les effets du gradient et de la diffusion multiple doivent pouvoir être dissociés pour remonter à une information sur un gradient de porosité et/ou de teneur en eau.

Couplage des mesures en champ cohérent avec celles provenant du champ incohérent (en collaboration avec la thèse ECND_PdL sur la CODA de Y. Zhang) . Cela nécessite une approche globale de la modélisation des deux phénomènes : propagatif et diffusif afin de constituer un modèle inverse couplé à partir des observables disponibles.

Élaboration d'une méthodologie à la fois robuste et rapide : répartition originale des récepteurs et mise au point d'un système de génération et de réception pouvant fonctionner in situ. Cette élaboration se basera sur les résultats obtenus dans le cadre de la modélisation du problème direct et inverse.

Ces recherches feront l'objet de validation expérimentale en laboratoire (labo MUSC, projet ANR EVADEOS) et sur le terrain (projets C2D2 ACDC et ANR EVADEOS) et comprendront une calibration via des mesures sur éprouvettes (méthode mise au point en 2010 par le post-doctorant F. BENMEDDOUR financé par le projet FUI MAREO).

Ce travail de thèse s'appuiera sur :

- les projets en cours traitant du CND des bétons : ACDC (C2D2), EVADEOS (ANR)
- le laboratoire de Mesure Ultrasonore Sans Contact (MUSC, IFSTTAR)
- l'expérience acquise dans les projets ANR SENSO et ACTENA de réalisation de robots opérationnels in situ
- l'expérience en imagerie sismique avec les ondes de surface (thèses IFSTTAR de C. Caprioli, 1993, G. Hévin, 1998, C. Chammas, 2002, Bodet, 2005, Lagarde, 2007, Chekroun 2008)
- le Pôle de compétence ECND_PdL et la thèse de Y. Zhang sur l'interférométrie de la CODA (co-direction LAUM/ESEO/LCPC/ESTACA)
- les collaborations établies au cours des projets ANR, régionaux, européens qui traitent de l'auscultation non destructive du béton d'enrobage
- le GDR US
- les connaissances relatives à la dégradation du béton et à sa réparation accumulées notamment dans le projet FUI MAREO

Profil recherché :

Propagation d'onde, acoustique, sismique, traitement du signal et des données, instrumentation, problème inverse, acoustique, programmation Matlab ou Scilab - ou autres outils pour le calcul scientifique

Contrat doctoral de l'Ifsttar / co-financement ESEO : Montant 1764€ brut (1ère et 2^{ème} années) 2058€ brut (dernière année)