

Sujet de Thèse Scanning : Suivi des gradients de propriétés du béton par capteurs ultrasonores embarqués

Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique UMR 7031 CNRS Université d'Aix Marseille
Laboratoire Géophysique et Évaluation Non Destructive Université Gustave Eiffel

La thèse proposée fait partie du projet ANR « Scanning », Suivi des infrastructures neuves et existantes par Capteurs Noyés pour évaluer les Indicateurs Nécessaires à leur Gestion durable, associant 5 partenaires et ayant pour thème central les Essais Non Destructifs (END) en Génie Civil. Il a pour objectif original de comparer les mesures obtenues par des capteurs d'END noyés au cœur du béton et celles obtenues par différentes techniques d'ENDs réalisés en surface de la structure.

Deux axes de travail sont inclus :

- le développement et la maîtrise des techniques embarquées pour le suivi des structures en temps réel (Structural Health Monitoring). Le SHM est en fort développement en France et à l'International dans le cadre de l'exploitation des ouvrages d'art de toutes destinations.
- la mesure des propriétés et des gradients du béton depuis le cœur à la surface de la structure. La thèse s'attache plus particulièrement aux mesures par ondes ultrasonores tels que la vitesse, l'atténuation et les propriétés des ondes diffuses.

Pour réaliser ces recherches, les approches numériques et expérimentales seront menées en parallèle. Des simulations de la propagation des ondes par des outils Multi-physique ou par Eléments Spectraux permettront de prédéfinir le choix et les conditions d'implantation des capteurs ainsi que d'exploitation des mesures. Des essais sur des maquettes de différentes tailles conduiront à l'extraction des informations d'évaluation. Les résultats de ces essais seront un apport important dans la maîtrise du SHM en proposant un principe de mesures ultrasonores pour implémentation dans les structures en béton armé.

Le démarche du travail est la suivante :

- Une étude bibliographique sur cette thématique pour identifier les solutions en fonction des objectifs et des biais de mesures identifiés dans la littérature [1] et [2].
- La définition de la chaîne de mesure et de l'instrumentation associée. Il sera nécessaire de choisir les capteurs en intégrant leurs conditions de vieillissement dans le béton ainsi que la prise en compte des facteurs d'influence.
- La validation des choix sur des éprouvettes spécifiques puis les mesures sur des maquettes réalisées dans le cadre de Scanning
- L'imagerie des champs de pression et l'intercomparaison des essais de surface et à cœur. Cette partie inclura la définition métrologique des mesures en collaboration avec les autres acteurs du projet.
- L'optimisation des chaînes de mesure par itération numérique – expérimental
- L'inversion des différences de mesures pour l'évaluation des gradients de propriétés du béton
- La proposition d'un prototype de mesures ultrasonores inversées.

Le travail sera réalisé au LMA, CNRS AMU sur le site d'Aix en Provence pour les 18 premiers mois de la thèse puis au GEND de l'Université Gustave Eiffel (campus de Nantes) pour bénéficier des fortes expériences en techniques ultrasonores et en multidiffusion de chacun des laboratoires.

Les compétences attendues portent sur l'acoustique, la simulation numérique, l'instrumentation et les ENDs. Il sera demandé à l'étudiant de savoir travailler en groupe et être autonome.

[1] Niederleithinger and all : Embedded Ultrasonic Transducers for Active and Passive Concrete Monitoring, Sensors, 2015, 15(5): 9756-9772. /10.3390/s150509756

[2] Deraemaeker A., Dumoulin C., Embedding ultrasonic transducers in concrete: A lifelong monitoring technology, Constr. Build. Mat., 2019, 194:42-50. /10.1016/j.conbuildmat.2018.11.013