



## Evaluation Non Destructive de pathologies à cœur du béton. De la mesure de laboratoire à la mesure sur site

**Mots clés :** Ondes ultrasonores, béton, réactions gonflantes, acoustique, acoustique non linéaire, tomographie, mesure sur site, instrumentation

Date : premier semestre 2021 : Durée 4 à 6 mois

Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, LMA, AMU, CNRS, UMR 7031, Antenne Aix en Provence  
Institut de Radioprotection et de Sureté Nucléaire, IRSN, site de Cadarache, St Paul les Durance

### Encadrement :

LMA : V. Garnier, C. Payan, IRSN : S Morin, B. Durville

### Sujet de Master ou de PFE

Le cadre du master est le projet national CONCRETE qui associe 3 laboratoires et l'Institut de Radioprotection et de Sureté Nucléaire (IRSN). L'objectif est d'étudier les pathologies des ouvrages en béton armé en focalisant sur l'aspect matériau et leurs évaluations. Les pathologies visées en premier lieu pour les bétons sont les réactions de gonflement interne (RGI) telles que la réaction alcali-granat (RAG) et la réaction sulfatique interne (RSI). Le stage a pour but de participer aux travaux concernant l'évaluation non destructive (END) à cœur de ces pathologies par ondes ultrasonores et par acoustique non linéaire. Ces END sont actuellement développés en laboratoire puis doivent être transférés ultérieurement vers des mesures in situ. Une thèse et un post doctorat en cours ont montré la possibilité de contrôler la présence d'une pièce noyée dans un bloc de béton. Le principe est de générer une onde ultrasonore de forte amplitude qui conditionne le matériau à cœur et d'ausculter au même instant cette partie du bloc par une seconde onde ultrasonore de plus haute fréquence. Cette technique est très sensible aux évolutions des propriétés des matériaux. L'image, obtenue en 2D à ce jour, retrace les contrastes des propriétés du béton. Ce stage est proposé pour continuer les travaux déjà réalisés et pour préparer une thèse potentielle à venir (automne 2021).

Le travail peut porter sur 5 axes :

- Une étude bibliographique sur les principes de l'acoustique non linéaire appliquée au béton. Il s'agira d'en comprendre les principes physiques et de mise en œuvre.
- L'apprentissage des essais d'acoustique non linéaire avec le post doctorant. Cette partie devra permettre de s'approprier des méthodes à haute technicité.
- La simulation numérique de la propagation des ondes dans des corps d'épreuve connus existants. Il s'agira de calculer les champs de déformation et de pression.
- Des tests de nouveaux capteurs dans le cadre de l'instrumentation des éprouvettes. Il faudra comparer les résultats de différents traducteurs US dans le cas de mesures de référence.
- Des essais sur un corps d'épreuve en laboratoire ayant une zone pathologique connue. Ces mesures montreront la capacité de détecter cette zone et de définir le contraste de propriétés obtenu.

Après une première étape consacrée à l'étude bibliographique et l'apprentissage expérimental, nous définirons les priorités parmi ces axes en prenant en compte les compétences de l'étudiant en stage.

Ces développements sont proposés dans le cadre plus large du projet international ODOBA (Observatoire Des Ouvrages en Béton Armé) coordonné par l'IRSN, pour lequel sont développés des corps d'épreuve de grandes dimensions pour simuler le vieillissement du béton par réactions gonflantes.

Le stage se déroulera au sein de l'antenne d'Aix en Provence du LMA de Marseille avec des actions à l'IRSN à Cadarache. Il s'appuiera sur les compétences des personnes en place.

Les candidats devront avoir des connaissances en acoustique, en CND, en béton et outils informatiques de type Matlab, Comsol.

Il est attendu une bonne démarche expérimentale et de gestion de projet ainsi qu'un bon relationnel et une bonne motivation.

### Références :

F. Ouvrier-Buffet, *Apport aux contrôles non destructifs ultrasonores pour la détection des pathologies de gonflement interne du béton, Thèse Aix Marseille Université, 2019*

F. Ouvrier-Buffet and all, *Linear and nonlinear resonant ultrasonic techniques applied to assess delayed ettringite formation on concrete samples, Construction. Building. Material., 2020*