

Concevoir des outils pour la détection de défauts

Consortium d'acteurs de la recherche, Gravit soutient et accompagne les projets innovants. En 2009, il décernait son prix "Focus Innovation" à un projet de détection et localisation de défauts millimétriques dans le béton par ultrasons.

Pour détecter très tôt et localiser avec précision le point d'endommagement d'une structure en béton, Eric Larose, chargé de cours au CNRS (Laboratoire de géophysique et tectonophysique de Grenoble), développe avec quatre autres chercheurs, une technique de surveillance par ultrasons couplée à un logiciel de traitement du signal, nommée Locadiff. Une innovation de rupture technologique dans le monde du contrôle et des essais non destructifs

1 Pourquoi détecter les défauts de façon précoce ?

Au cours de leur vie, les ouvrages en béton subissent des sollicitations mécaniques, chimiques et thermiques qui conduisent à l'apparition de défauts : fissuration, corrosion d'armature... Pour anticiper d'éventuelles réparations et optimiser la durée de vie des installations, il faut être capable de contrôler le plus finement possible leur état de santé. Pour cela, il est nécessaire de détecter et de localiser les défauts dès leur apparition, lorsqu'ils sont encore de petite taille.

2 Pourquoi utiliser les ultrasons ?

La spécificité du béton est d'être un matériau très hétérogène, constitué d'un granulat de taille centimétrique dans lequel la propagation des ondes (ultrasonores, radar...) est très difficile. En particulier, les techniques conventionnelles de contrôle non destructif ne sont pas capables de faire la différence entre les

milliers de grains de gravier qui constituent le béton et un défaut de même taille. Localiser un petit défaut revient à chercher une épingle dans une botte de foin. En baissant la fréquence d'excitation du faisceau sonde, il est possible de s'affranchir de ces problèmes de diffusion et d'atténuation des ondes. Mais cela se

paye en terme de sensibilité et de résolution. Détecter un défaut de taille centimétrique est alors impossible.

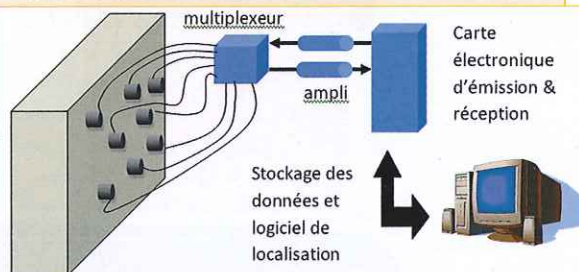
Les ultrasons présentent l'avantage d'être directement sensibles aux changements mécaniques. En particulier, dans le régime de diffusion (fréquences > 50 kHz), ils deviennent ultra-sensibles à l'apparition de petits défauts. Le défi est alors d'arriver à localiser ces défauts : c'est ce que réalise la technologie Locadiff.

3 Quelles sont les spécificités et les performances de Locadiff ?

La technique de localisation de défaut Locadiff est basée sur une approche mésoscopique¹ du champ d'onde ultrasonore : la "coda diffuse", qui constitue l'empreinte ultrasonore du matériau, est analysée de façon statistique, c'est-à-dire en faisant une moyenne sur l'ensemble des chemins parcourus par les ultrasons. Cette approche s'inspire de développements récents en mécanique quantique et en optique. Cela permet d'atteindre un niveau de sensibilité de détection de l'ordre du millimètre, avec une résolution spatiale de quelques centimètres, ce qui rend cette technique dix fois plus performante que ses concurrentes.

4 Comment l'utiliser ?

Le volume à surveiller est équipé de transducteurs ultrasonores. L'empreinte ultrasonore du matériau entre tous les transducteurs est enregistrée à plusieurs dates, toutes les données étant sauvegardées numériquement, et transmises à un logiciel d'imagerie. Entre chaque date d'enregistrement, le logiciel compare finement les empreintes ultrasonores par inter-corrélation du champ d'onde et en déduit une carte 3D



de probabilité d'apparition de défaut. Le nombre et la disposition des capteurs sur la structure étudiée dépendent de la résolution souhaitée (compter de 4 à 25 capteurs par m³ de béton). Le logiciel d'imagerie s'adapte ensuite à la disposition des capteurs et à la géométrie de la structure, en tenant compte des besoins spécifiques des utilisateurs.

5 Quel est le délai avant la mise sur le marché ?

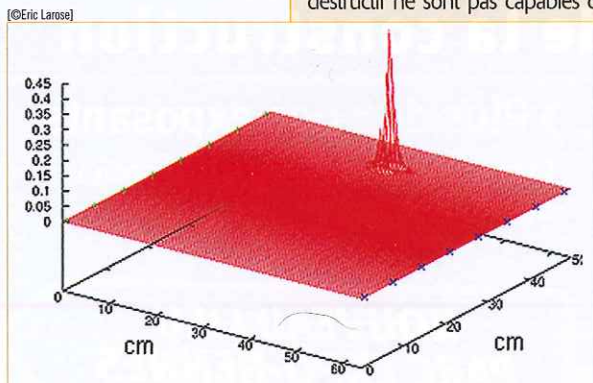
Le principe de détection ainsi qu'une première version du logiciel d'imagerie ont fait l'objet de dépôts de brevets par le CNRS. Le projet Locadiff est accompagné par le consortium Gravit, basé en Rhône-Alpes, et l'objectif est de fournir un démonstrateur et un logiciel opérationnel début 2011. La phase de recherche de contacts industriels est entamée pour un transfert de la technologie.

Eric Larose
Laboratoire géophysique interne et tectonophysique de Grenoble

¹Echelle intermédiaire entre le macroscopique de notre mode quotidien et le microscopique des atomes et des molécules.



Exemple de transducteur ultrasonore positionné sur le béton, juste avant son collage.



Carte de localisation d'un défaut millimétrique.