

Préambule

Des investissements importants sont alloués aux universités depuis les années 1990 pour le développement de techniques d'auscultation (techniques de contrôle non destructif) mieux adaptées au besoin des professionnels du génie civil. Les capacités de ces techniques se sont sensiblement améliorées au cours des dernières années et sont en constante évolution. Malheureusement, les programmes universitaires d'enseignement ne reflètent pas ces développements technologiques. Il en résulte que ces technologies de mesure sont souvent méconnues des professionnels concernés (laboratoires, bureaux d'ingénieurs conseil, entrepreneurs, gestionnaires, etc.); ceci freine considérablement leur application. Par ailleurs, ces technologies nécessitent des connaissances qui vont au-delà de ce qui est généralement enseigné dans les programmes universitaires de génie civil. Ceci affecte la qualité d'analyse des données collectées sur les ouvrages, leur interprétation et les démarches qui en découlent quant aux actions à entreprendre. Ce bulletin donne un aperçu de la situation actuelle de l'enseignement des technologies modernes de diagnostic et décrit les approches développées à cet effet.

Situation à l'international

Le contrôle non destructif (CND) des pièces métalliques et composites est une pratique courante dans le domaine de l'industrie mécanique (avions, installations industrielles..), et les services sont assurés par un personnel qualifié. Des programmes de formation dédiés aux techniques de CND sont dispensés depuis plusieurs années dans les pays industrialisés (ex. *licence en CND* de l'Université du Maine (France) <http://sciences.univ-lemans.fr/Licence-Pro-Contrôle-non>, Cours *GML-2251 Contrôle non destructif des matériaux* offert à l'Université Laval (Québec). De plus, la plupart des pays disposent d'une agence qui gère un programme de certification des

professionnels du CND. Au Canada, c'est Ressources naturelles Canada (RNCan) qui assume cette responsabilité conformément à la norme CAN/CGSB-48.9712-2006.

Il y a 2-3 ans, l'enseignement universitaire du CND des ouvrages de génie civil était quasiment inexistant. Devant cet état de fait, les fournisseurs de service d'auscultation ont élaboré eux-mêmes des formations axées principalement sur les applications. Ces formations de courtes durées (1 ou 2 jours) visent avant tout à faire connaître les possibilités de ces technologies et à encourager leur utilisation. Au Québec, Auscultech inc. offre annuellement ce type de formation sur demande.

L'American Society for non destructive testing est la principale organisation mondiale dont la mission est de promouvoir les CND. C'est dans cet objectif qu'elle offre des incitatifs pour la création de cours de CND dans les universités. Ainsi, c'est en grande partie grâce à ces incitatifs que des cours de CND des ouvrages de génie civil ont été développés dans quelques universités aux E.-U., notamment au Colorado (1999), Missouri (2005), Pennsylvanie (2011) et l'Illinois (2014).

En Europe, ce sont les allemands qui semblent être les précurseurs dans ce domaine. Récemment, des cours de CND-génie civil (42h) ont été introduits dans le cursus de plusieurs universités dans ce pays [Réf. 1,2,3].

En France, il n'existe pas encore de cours spécifiques sur les méthodes de CND-génie civil. Toutefois, des chercheurs de différentes universités se sont regroupés pour offrir un séminaire de formation d'une journée sur le CND des ouvrages, notamment dans le cadre d'une conférence (Diagnobéton) qui a lieu à tous les 2 ans et qui porte sur les techniques de diagnostic. La prochaine édition est organisée prochainement au Maroc (Marrakech, 23-25 mars 2016 – www.diagnobeton2016.com).

Le cas exemplaire de l'Université de Sherbrooke

Au meilleur de notre connaissance, le Département de génie civil de l'Université de Sherbrooke a été, en 1997, le premier au Canada et fort probablement l'un des premiers à l'échelle internationale à offrir un cours gradué de 39 h d'enseignement et 3 crédits reconnus intitulé : *Techniques de contrôle non-destructif et d'instrumentation des ouvrages de génie civil*. Ce cours proposé, élaboré et toujours enseigné par Jamal Rhazi, avait initialement été offert à Longueuil dans le cadre du programme d'une *maitrise en réhabilitation des ouvrages*. Il est encore offert à tous les ans à l'Université de Sherbrooke et a permis à date la formation de plus de 200 ingénieurs dans ce domaine. En 2005, cette initiative avait fait l'objet d'une publication sur invitation dans le journal de l'American Society for Nondestructive Testing [Réf. 4]. Voici les objectifs de ce cours :

- Comprendre l'intérêt technique et économique de l'auscultation
- Expliquer le phénomène physique à la base d'une technique
- Acquérir le vocabulaire propre aux techniques d'auscultation
- Connaître les propriétés physiques des matériaux
- Connaître les équipements de mesure et de contrôle
- Connaître les techniques modernes de traitement et d'analyse des données
- Connaître les possibilités et les limites des techniques
- Savoir choisir la technique ou l'instrument de mesure selon la problématique
- Savoir concevoir un programme d'auscultation pour les divers types d'infrastructures
- Acquérir les connaissances de base pour comprendre et analyser un rapport d'auscultation
- Savoir intégrer les données de l'auscultation dans la prise de décision

Voici le contenu global du cours :

Nécessité de l'auscultation	
Les contrôles mécaniques	La technologie Georadar
Les techniques acousto-ultrasoniques	L'infrarouge thermique
Les techniques électriques	Les techniques radiométriques
Les techniques électrochimiques	Techniques d'instrumentation
Les techniques magnétiques	L'auscultation dans la pratique

En parallèle avec les séances magistrales, les étudiants ont la possibilité de se familiariser avec les équipements de mesure via des travaux pratiques sur des problématiques réelles (ex. évaluation de la corrosion des armatures, détection des fissures, mesure d'épaisseur de dalles). Quelques conférenciers du secteur industriel interviennent aussi dans ce cours pour exposer leur expérience à travers des cas concrets de diagnostics.



Figure 1 : Séance de travaux pratiques dans le cadre du cours

Conclusion

Les professionnels du génie civil (ingénieurs et techniciens) doivent acquérir les connaissances fondamentales sur l'auscultation des ouvrages et se familiariser avec les nouvelles technologies non destructives de contrôle pour être mieux outillés vis-à-vis des défis auxquels ils font face. Les programmes de formation supérieure doivent répondre à ces besoins sociaux car on ne peut plus continuer à détruire nos infrastructures pour en faire le diagnostic. Afin que tous les futurs ingénieurs civils puissent en bénéficier, il est préférable que ces formations soient dispensées au niveau du 1^{er} cycle universitaire (cour obligatoire), comme cela est le cas dans les Départements de génie mécanique. Des initiatives internationales sont observées depuis peu dans ce sens, et ces efforts doivent être salués, encouragés et soutenus.

Références

- [1] C. U. GROSSE (2015), Concepts for the integration of NDT courses into the academic curriculum of universities. International Symposium Non-Destructive Testing in Civil Engineering (NDT-CE) September 15 - 17, 2015, Berlin, Germany
- [2] A. TAFFE, C. DAUBERSCHMIDT, S. FEISTKORN (2015), Practical NDT-training according to regulations in the field of bridge testing. International Symposium Non-Destructive Testing in Civil Engineering (NDT-CE) September 15 - 17, 2015, Berlin, Germany
- [3] R. W. ARNDT (2015), Teaching NDT-CE in Applied Science. International Symposium Non-Destructive Testing in Civil Engineering (NDT-CE) September 15 - 17, 2015, Berlin, Germany.
- [4] J. RHAZI (2005), Nondestructive testing in civil engineering: from research to education. Materials Evaluation. J. of the American Society for nondestructive testing, pp. 808–811