

Stage Master 2 - 2019

Intitulé du sujet

Évaluation et optimisation d'une méthode de caractérisation *in situ* de l'impédance acoustique des sols en incidence oblique.

Mots clés

Acoustique, mesure *in situ*, impédance de surface, sols de l'environnement.

Contexte

L'impédance acoustique est un paramètre fondamental permettant de décrire l'impact des sols sur la propagation acoustique dans l'environnement. Par analogie avec l'impédance électrique ou mécanique, cette grandeur rend compte de la réaction du support (le sol) à une sollicitation physique (une onde sonore).

Ce paramètre peut être déterminé suivant différentes approches qui s'appuient sur des systèmes de mesure dédiés à la caractérisation en laboratoire ou *in situ*, constitués d'un haut-parleur émettant un champ acoustique suivant un certain angle d'incidence vers la surface et d'un microphone ou d'un doublet microphonique :

- la méthode du tube de Kundt permet une caractérisation en laboratoire en incidence normale d'échantillons carottés, ce qui pose des questions de représentativité spatiale (échantillons d'une dizaine de centimètres de diamètre), et est difficile à appliquer *in situ* en raison du manque de portabilité du système de mesure ;
- la méthode de caractérisation *in situ* en incidence normale a fait l'objet d'une norme à destination des revêtements de chaussées, mais reste relativement peu utilisée de manière générale du fait d'un dispositif expérimental assez 'lourd' et de multiples manipulations nécessaires (mesure indépendante du champ directe notamment);
- la méthode de caractérisation *in situ* en incidence oblique fait l'objet de ce stage et est présentée ci-dessous.

Les équipes acoustiques du Cerema et de l'Ifsttar développent et utilisent depuis de nombreuses années la méthode *in situ* en incidence oblique, qui s'avère particulièrement originale dans la mesure où la caractérisation de l'impédance acoustique est basée sur la comparaison de la fonction de transfert expérimentale en pression entre deux positions de microphones avec une fonction de transfert théorique afin d'identifier les paramètres caractéristiques du sol : épaisseur, résistance au passage à l'air, voire également porosité, tortuosité, etc.

Cette méthode a été plus largement diffusée et éprouvée ces dernières années par des travaux dans le cadre de l'opération de recherche PLUME¹, avec :

- le développement d'un dispositif de mesure compact baptisé MIAME (Mesure de l'Impédance Acoustique des Matériaux de l'Environnement) : ce dispositif est associé à un code de calcul (Scilab) permettant de piloter le système de mesure avec un grand nombre de possibilités (choix de l'émission, du fenêtrage, du mode d'identification des paramètres, ...)
- l'organisation d'essais croisés permettant d'évaluer la méthode et le dispositif de mesure : ces essais menés par 5 laboratoires ont notamment permis d'estimer l'incertitude sur la détermination des caractéristiques acoustiques de différentes catégories de sols (poreux à réfléchissants).

¹ ORSI PLUME (2010-2014) : Prévoir Le brUit en Milieu Extérieur

Objectif du stage

L'objectif de ce stage est d'optimiser et d'éprouver la méthode d'évaluation de l'impédance acoustique des sols en incidence oblique.

Cette méthode est actuellement déjà utilisée par nos équipes mais doit encore faire l'objet :

- d'un certain nombre d'améliorations (méthode d'identification des paramètres, fluidité du code de calcul et de l'interface, implémentation des scripts sous Python et intégration du code d'acquisition à un module du type Raspberry Pi) ;
- d'un volet de qualification permettant de positionner la méthode par rapport aux autres alternatives de mesures (incidence normale *in situ*, tube de Kundt) et par rapport à la théorie (en référence à des matériaux modèles dont le comportement peut être facilement déterminé analytiquement).

Cadre du stage

Ce stage sera réalisé au Cerema de Strasbourg, en collaboration avec le Laboratoire d'Acoustique Environnementale de l'Ifsttar (site de Nantes). Le stagiaire sera basé au Cerema à Strasbourg sur toute la durée du stage.

Le Cerema (Centre d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement) est un établissement public administratif qui intervient notamment dans les domaines de l'habitat, des bâtiments durables, de l'environnement, de l'énergie et du climat. Le groupe Acoustique du laboratoire de Strasbourg (une de ses 29 implantations) s'est en particulier spécialisé sur la caractérisation et la modélisation du comportement acoustique des matériaux biosourcés.

L'Ifsttar (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux) est un établissement public à caractère scientifique et technologique qui conduit des travaux de recherche finalisée et d'expertise dans les domaines des transports, des infrastructures, des risques naturels et de la ville pour améliorer les conditions de vie de nos concitoyens et plus largement favoriser un développement durable de nos sociétés.

Les équipes acoustiques du Cerema Strasbourg et de l'Ifsttar (Nantes et Bron) se sont rapprochées depuis plusieurs années et ont formé une Unité Mixte de Recherche en Acoustique Environnementale (UMRAE). Cette unité regroupe les équipes de chercheurs, ingénieurs, personnels techniques et doctorants de ces deux organismes pour effectuer des missions de recherche relatives à la réduction du bruit et de son impact sur l'environnement.

La durée du stage est de 5 à 6 mois, idéalement à partir de mars ou avril 2019, en temps plein (35h/semaine). La rémunération est de 3,60 euros/h (soit environ 540 euros / mois).

Le stage est à destination d'étudiants souhaitant effectuer un stage de M2 recherche, en lien avec l'acoustique environnementale. Les candidats doivent avoir un goût prononcé pour l'expérimentation et l'informatique.

Contacts

Cerema – Gwenaél Guillaume : gwenael.guillaume@cerema.fr

Cerema – Philippe Glé : philippe.gle@cerema.fr

Cerema – David Ecotière : david.ecotiere@cerema.fr

Ifsttar – Benoit Gauvreau : benoit.gauvreau@ifsttar.fr