

# ***De l'apprentissage automatisé à la qualité acoustique des salles***

## **Offre de stage de recherche**

**Durée** : 4-6 mois

**Encadrants de stage** : Cédric Foy et Antoine Deleforge (Chargés de recherche).

**Contacts** : cedric.foy@cerema.fr, antoine.deleforge@inria.fr

**Emplacement** : Cerema Est - 11 Rue Jean Mentelin, 67200 Strasbourg

**Equipes** : UMR AE (<http://www.umrae.ifsstar.fr/>), INRIA (<https://inria.fr/>)

**Prérequis**: Niveau licence ou master en informatique, science des données, apprentissage automatisé, traitement du signal et/ou statistiques. Des connaissances et de l'intérêt pour l'acoustique sont un grand plus.

### **Contexte et objectif :**

Selon l'agence européenne de l'environnement, la pollution sonore cause 10 000 morts prématurés chaque année. Hypertension, troubles du sommeil, acouphènes, stress, la pollution sonore peut être dangereuse pour la santé humaine. Qui n'a pas été une fois confronté au bruit d'un local trop réverbérant, comme une cantine, une crèche, une piscine ou un hall d'exposition ? *A contrario*, le son peut aussi être perçu à travers la notion de qualité d'écoute. La finalité d'une salle recevant du public et destinée à l'écoute de tout message sonore (musique, messages d'information et d'alerte, enseignement...), et ainsi de satisfaire une bonne qualité d'écoute de manière homogène, en tous points de la salle.

Le principe de conception ou de réhabilitation de ces salles ne diffère pas qu'il s'agisse de réduire le bruit ou d'améliorer la qualité d'écoute. Les acousticiens doivent travailler sur plusieurs critères acoustiques, souvent corrélés entre eux, comme la forme géométrique, les propriétés d'absorption et de réflexion des matériaux, l'emplacement des sources par rapport aux auditeurs. Il s'agit d'un travail long et coûteux nécessitant un grand nombre de simulations (approches de tirs de particules) et de mesures. Malgré cela, la solution retenue est forcément parmi celles testées et peut ne pas être optimale.

Aujourd'hui, l'utilisation de méthodes d'apprentissage (en anglais « machine learning ») déjà exploitées dans de nombreux domaines, nous paraît ici prometteuse. Ces méthodes pourraient bien optimiser la méthodologie et le temps de travail de la communauté des acousticiens. Le stage proposé ici est à la rencontre de ces deux mondes.

### **Description du stage :**

Ce stage de recherche a pour but d'explorer la possibilité d'estimer automatiquement des caractéristiques acoustiques environnementales complexes uniquement à partir de simulations acoustiques et d'enregistrements audio effectués au sein des salles. Pour cela, une méthodologie à la frontière de l'apprentissage automatisé (machine learning), du traitement du signal audio et de l'acoustique sera développée. Le stagiaire effectuera les tâches suivantes :

- Etude comparative de deux approches de tirs de rayons/particules : SPPS [1] et RoomSim [2]
- Génération d'une importante base de données de réponses impulsionnelles annotées *via* des simulations [1, 2, 3] et des mesures.
- Apprentissage automatisé sur la base de données pour prédire les critères acoustiques à partir de réponses impulsionnelles [4,5]
- Evaluation du système entraîné sur un jeu de données réelles.

### **Conditions du stage :**

Le stage sera co-encadré par Cédric Foy pour la partie acoustique, et Antoine Deleforge pour les aspects traitement audio et machine learning. Il se déroulera principalement au Cerema à Strasbourg en compagnie de Cédric Foy. Antoine Deleforge, qui travaille à l'Inria de Nancy, effectuera des visites hebdomadaires au Cerema pendant la durée du stage. Des déplacements ponctuels du stagiaire vers l'Inria de Nancy, à la journée, seront également à envisager.

## **Bibliographie :**

- [1] J. Picaut and N. Fortin. "SPPS, a particle-tracing numerical code for indoor and outdoor sound propagation prediction." *Acoustics 2012*.
- [2] S. M. Schimmel, M. F. Muller, and N. Dillier. "A fast and accurate "shoebox" room acoustics simulator." *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) 2009*.
- [3] C. Foy, J. Picaut, V. Valeau. "Including the wall diffusivity within the room-acoustics diffusion model: an analytical approach." *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 140, pp. 2659-2669, 2016.
- [4] C. Gaultier, K. Saurabh and A. Deleforge. "VAST: The virtual acoustic space traveler dataset." *International Conference on Latent Variable Analysis and Signal Separation*. Springer, 2017.
- [5] K. Saurabh, C. Gaultier, and A. Deleforge. "Hearing in a shoe-box: binaural source position and wall absorption estimation using virtually supervised learning." *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) 2017*.