



UMRAE - INRIA

PROPOSITION DE STAGE 2022-2023



Sujet de stage

Nouveaux algorithmes pour le diagnostic acoustique de salle automatisé

Niveau recommandé

Master (M2)

Master (M1)

Ingénieur

Licence

Bac + 2

Compétences requises

- Méthodes d'optimisation, Traitement du signal, Apprentissage Automatique, Deep Learning
- Excellent niveau en programmation **Python** (également Matlab serait un plus)
- Des connaissances, expériences ou intérêts particulier pour l'audio ou l'acoustique sont fortement souhaitées. Des connaissances en équations aux dérivées partielles (EDP) sont un plus.
- Niveau Master 2 (informatique, traitement du signal, acoustique, math. appliquées...)

Description générale du sujet

Les nuisances sonores sont citées comme **première source de gêne** par les populations et constituent un enjeu sanitaire et social important. Dans les bâtiments, la gêne est souvent liée à une **mauvaise qualité acoustique des salles** due à une réverbération trop importante (cantine, piscine, crèche...). Dans le cadre de la **réhabilitation acoustique des salles**, la proposition d'une solution nécessite une bonne connaissance des caractéristiques géométriques et acoustiques de l'existant. Pour estimer certains paramètres inconnus (ex : absorption d'un plafond inconnu), les acousticiens de terrain s'appuient sur des mesures *in situ* du champ sonore et sur des modèles acoustiques numériques (ou analytique) dont ils calent de façon itérative les paramètres de façon à retrouver la valeur du champ sonore mesurée. Le processus complet d'un diagnostic est donc **long, coûteux et parfois imprécis** selon les modèles utilisés. Face à ce constat, le développement de méthodes dites *inverses* permettant de **remonter automatiquement aux paramètres acoustiques d'intérêt** à partir de la mesure constituerait une percée majeure pour l'acoustique du bâtiment, ouvrant la voie au développement d'outils **plus simples, plus rapides et plus fiables** à destination des acousticiens.

Il s'agit d'un problème inverse non linéaire difficile. Nous envisageons une approche novatrice et transversale, avec une équipe réunissant des chercheurs ayant chacun leur propre compétence en **acoustique** (Cédric Foy, UMRAE, encadrant du stage), en **traitement du signal** et **apprentissage automatique** (*Machine Learning*) (Antoine Deleforge, Inria, encadrant du stage ; Sylvain Faisan, ICube)

et en **mathématiques** (Yannick Privat, IRMA). Cette approche vient notamment rompre l'herméticité existante entre le monde de l'audio et celui de l'acoustique. Elle consiste à résoudre le problème inverse en s'appuyant sur des **mesures** et les **modèles théoriques** acoustiques directs existants puis, suivant les paramètres acoustiques à déterminer, de développer de nouveaux algorithmes adaptés combinant des techniques venant du **traitement du signal**, de l'**optimisation**, et de l'apprentissage automatisé profond (*deep learning*).

En bref, nous cherchons à répondre à cette question :

Est-il possible, en utilisant des mesures ponctuelles du champ sonore d'une salle, ainsi que des connaissances partielles et approximatives sur la salle, les sources et les microphones utilisés, d'estimer précisément les paramètres acoustiques et géométriques de la salle ?

Bibliographie (Merci d'examiner certaines de ces références avant de postuler)

[1] C. Foy, A. Deleforge, D. Di Carlo, Mean Absorption Estimation from Room Impulse Responses using Virtually-Supervised Learning, Journal of the Acoustical Society of America (JASA), 2021.

[2] S. Dilungana, S. Faisan, A. Deleforge, C. Foy, Learning based estimation of individual absorption profiles from a single room impulse response with known positions source, sensor and surfaces, Internoise 2021.

[3] S. Dilungana, A. Deleforge, C. Foy, S. Faisan, Estimation jointe des profils d'absorption des parois d'une salle à partir de réponses impulsionnelles, 16ème Congrès Français d'Acoustique, Marseille, France, 11-15 avr. 2022.

[4] S. Dilungana, A. Deleforge, C. Foy, S. Faisan, Geometry-Informed estimation of surface absorption profiles from impulses responses, Eusipco, 30th European Signal Processing Conference, Belgrade, Serbia, 29 aug. - 2 sep. 2022.

[6] T. Sprunck, K. Chahdi, C. Foy, E. Franck, A. Deleforge, Reconstruction de la forme d'une pièce par super-résolution à l'aide de réponses impulsionnelles, 16ème Congrès Français d'Acoustique, Marseille, France, 11-15 ar. 2022.

[7] T. Sprunck, Y. Privat, C. Foy, A. Deleforge, Room Shape Reconstruction Using Acoustic Super-Resolution, 24th International Congress on Acoustics (ICA), Gyeongju, Korea, 24-28 oct, 2022.

[8] T. Sprunck, Y. Privat, C. Foy, A. Deleforge, Gridless 3D Recovery of Images Sources from Room Impulse Responses, IEEE Signal Processing Letters, 2022.

Informations générales

Lieu et durée du stage

Le stage aura lieu à Strasbourg au sein des locaux du Cerema (11 rue Jean Mentelin, 67200 Strasbourg). Le stage est prévu pour une durée de 4-6 mois.

[Le stage pourrait déboucher sur une thèse de doctorat](#)

Encadrants

- **Antoine Deleforge**, Chargé de Recherche Inria, Equipe TONUS (IRMA, 7 Rue René Descartes, 67000 Strasbourg) antoine.deleforge@inria.fr (présence au Cerema 2 jours/semaine).
- **Cédric Foy**, Chargé de Recherche UMRAE (Cerema, Univ. Gustave Eiffel, 11 rue Jean Mentelin, 67200 Strasbourg). cedric.foy@cerema.fr