

SOUTENANCE DE THESE**Matthew KAMRATH****Jeudi 28 septembre 2017 à 10h00**

Salle de conférences, 4ème étage, LAUM, Le Mans Université, Le Mans.

Pour obtenir le grade de
Docteur de Le Mans Université

**Extension des modèles standards de propagation du bruit
extérieur pour des géométries complexes**

Devant le jury composé de :

- Rapporteurs : **Denis DUHAMEL**, Professeur, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Jens FORSSÉN, Associate Professor, Chalmers University of Technology
- Examineurs : **Fabienne ANFOSSO-LÉDÉE**, Ingénieur Divisionnaire des Travaux Public de l'Etat, HDR, Ifsttar
Régis MARCHIANO, Professeur d'université, UPMC
Pierre-Olivier MATTEI, Chargé de recherche, HDR, CNRS, LMA
Olivier RICHOUX, Professeur d'université, Université du Maine
- Invités : **Fabrice JUNKER**, Ingénieur, EDF
Julien MAILLARD, Chercheur, CSTB
- Directeur : **Judicaël PICAUT**, Directeur de recherche, Ifsttar
- Co-directeur : **Philippe JEAN**, Chercheur, HDR, CSTB

Résumé

Les méthodes d'ingénierie acoustique (e.g. ISO 9613-2 ou CNOSSOS-EU) approchent efficacement les niveaux de bruit générés par les routes, les voies ferrées et les sources industrielles en milieu urbain. Ces méthodes modélisent la propagation du son en milieu extérieur en recherchant les chemins de propagation entre source(s) et récepteur(s), puis en appliquant des atténuations (e.g. divergence géométrique et absorption atmosphérique) à chaque chemin, et enfin en sommant les contributions de tous les chemins.

Cependant, ces approches d'ingénierie sont limitées à des géométries de forme simple, le plus souvent de section rectangulaire ; elles ne peuvent pas, par exemple, modéliser des écrans acoustiques de forme en T. Ce mémoire développe donc, et valide, une approche hybride permettant l'extension des méthodes d'ingénierie à des formes plus complexes, en introduisant un terme d'atténuation supplémentaire qui représente l'effet d'un objet réel comparé à un objet simple de référence pouvant être appréhendé par les modèles d'Ingénierie.

Le calcul de cette atténuation supplémentaire nécessite des calculs de référence, permettant de quantifier la différence entre objets simple et complexe. Dans la mesure, où il est trop onéreux, numériquement, d'effectuer ce calcul pour tous les chemins de propagation, l'atténuation supplémentaire est obtenue par interpolation de données stockées dans un tableau et évaluées pour un large jeu de positions de sources, de récepteurs et de fréquences. Dans notre approche, les calculs de référence utilisent la méthode BEM en 2.5D, et permet ainsi de produire les niveaux de référence pour les géométries simple et complexe, tout en tabulant leur écart. Sur le principe, d'autres approches de référence pourraient être utilisées.

La construction de cette table correctrice doit être un compromis entre précision et coût de calcul ; si l'on accroît le nombre de valeurs stockées, l'erreur d'interpolation sera réduite mais le prix à payer en termes de temps de calcul et de capacité mémoire peut devenir excessif. Les limites données pour un PC standard ne permettent guère de dépasser un million de valeurs, ce qui est bien insuffisant pour assurer une interpolation précise dans un espace à 6 dimensions. Néanmoins, en minimisant la variance d'un processus Gaussien on parvient à optimiser les positions des sources et des récepteurs, et par là-même, à réduire l'erreur d'interpolation à un niveau acceptable.

Ce travail, valide cette approche hybride pour un écran en forme de T avec un sol rigide, un sol absorbant et un cas avec bâtiments. Ces trois cas démontrent que l'approche hybride est plus précise que l'approche d'ingénierie standard dans des cas complexes ; elle réduit l'erreur moyenne d'approximativement 2 dB(A). A l'aide d'un exemple plus complexe, nous montrons que l'approche hybride permet par exemple d'étudier un écran en forme de T placé dans une scène urbaine étendue (i.e. 180 m x 80 m) et pour des fréquences atteignant 5000 Hz. Ce cas serait trop complexe à mettre en œuvre, d'une part, avec les approches standards du fait du type d'écran considéré, et d'autre part, avec les approches de référence, de par ses dimensions relatives aux nombres d'ondes considérés. De cette façon, l'approche hybride propose un compromis entre précision et coût.

Mots-clés : Propagation sonore en milieu urbain, méthodes d'ingénierie acoustique, BEM, méthode hybride, processus Gaussien de régression, acoustique numérique, optimisation