



Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux



Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Proposition de projet de thèse dans le domaine de l'acoustique de l'environnement

---

## "Modélisation des incertitudes de la prévision du bruit dans l'environnement - Application au bruit des éoliennes"

---

Contrat doctoral de 3 ans (CDD)

**Date limite de candidature : 17 avril 2017**

**Audition des candidats à l'Ifsttar Paris : 17 mai 2017**

**Prise d'effet du contrat : automne 2017**

### Description du projet de thèse

Afin de limiter les nuisances sonores des activités humaines, la réglementation française (Loi Bruit de 1992) exige la réalisation d'études d'impacts et de cartes de bruit qui imposent désormais de passer par des simulations numériques. Actuellement, très peu d'informations ou de méthodologies sont disponibles pour évaluer les incertitudes associées à ces prévisions. En l'absence de ces informations, il est très difficile de se prononcer sur la fiabilité d'un résultat de prévision et d'estimer le degré de confiance que l'on peut accorder à une prévision sonore, ou le risque que les niveaux sonores réels dépassent le résultat calculé. Ainsi actuellement, un bureau d'étude acoustique, une industrie, ou bien les pouvoirs publics (acteurs locaux, services centraux) ne sont pas en mesure d'apprécier le risque de nuisance sonore de façon satisfaisante. C'est en particulier le cas pour la prévision du bruit des éoliennes.

Les incertitudes des résultats de prévision ont deux origines principales : la première provient de l'imprécision des modèles ou méthodes de prévision utilisés, en particulier quand plusieurs modèles sont chaînés/couplés (e.g. émission/propagation, micrométéorologie/acoustique, etc.) ; la seconde provient de l'imprécision des paramètres d'entrée du modèle qui peut être liée à la méthode expérimentale de caractérisation de ces paramètres et/ou à la variabilité spatiale et temporelles de ces paramètres (sol, vent, ...).

Alors que les outils de modélisation acoustique se sont beaucoup développés ces dernières années à l'échelle internationale, européenne et nationale (tant sur la partie « émission des sources » que sur la partie « propagation en milieu hétérogène »), peu de travaux se sont focalisés sur l'estimation des incertitudes associées au chaînage des modèles et à leurs nombreux paramètres d'entrée. Les travaux existants ne traitent que quelques cas particuliers de portée restreinte et ne prennent pas en compte la spécificité des sources éoliennes (hauteur importante des sources, pâles en mouvement, ...). Or, il existe aujourd'hui un enjeu majeur à estimer la précision et la représentativité (spatiale et temporelle) des prévisions numériques des niveaux sonores dans

l'environnement. Ce sujet de thèse apparaît donc à la fois comme innovant dans la communauté de l'acoustique environnementale, et comme nécessaire quant à la maîtrise des impacts environnementaux d'origine anthropique.

La prévision de la variabilité (déterministe et aléatoire) des niveaux sonores en sortie des modèles de prévision nécessitera à la fois de (i) raffiner les modèles, (ii) estimer les fluctuations de l'ensemble des données d'entrée, (iii) réaliser un plan d'expérience numérique optimisé et (iv) utiliser des techniques avancées de propagation d'incertitudes et d'analyse de sensibilité de systèmes complexes (métamodèle, Krigeage, criblage, etc.). L'objectif final est de parvenir à une méthode permettant à un acousticien de l'environnement d'évaluer plus précisément les incertitudes de l'ensemble de la chaîne de modélisation dues à la variabilité déterministe et aux incertitudes aléatoires des paramètres influents : régime de fonctionnement d'un parc éolien, conditions micrométéorologiques (stabilité et turbulence atmosphérique), propriétés acoustiques des sols (impédance acoustique), modèle numérique de terrain, rugosité de surface (spectre spatial), etc.

La thèse permettra donc à la fois une meilleure connaissance des influences relatives des paramètres d'environnement et leur impact sur les niveaux sonores d'un parc éolien chez le riverain. Elle fournira également une méthode permettant d'estimer les incertitudes liées à la variabilité spatio-temporelle de ces paramètres sur un résultat de prévision acoustique, ce qui permettra une meilleure estimation des risques de nuisance sonore à laquelle une population peut être exposée. La thèse permettra en outre de faire progresser les modèles numériques de propagation du son en milieu extérieur hétérogène (prise en compte des effets météorologiques, d'impédance et de rugosité du sol, ...).

Les méthodes de propagation d'incertitude et de chaînage de modèles sont des problématiques présentes dans de nombreux domaines scientifiques ; les méthodes utilisées et les résultats obtenus pourront donc ainsi avoir une portée plus large que celle de l'impact sonore des parcs éoliens. Par exemple, les méthodes et outils développés dans le cadre de cette thèse pourront servir à la validation ou au développement de futurs modèles numériques d'ingénierie pour la prévision du bruit dans l'environnement (bruit urbain, transports, industries, etc.). En termes de valorisation, au-delà des publications scientifiques afférentes, ces méthodes et outils pourront nourrir les travaux des groupes de normalisation en acoustique environnementale (Commissions AFNOR S30J et S30M).

## Compétences souhaitées

Le candidat devra montrer de solides compétences en acoustique. Il devra également avoir des bases en simulation numérique. Des compétences en programmation ou en statistique seraient un plus. La maîtrise orale et écrite du français et de l'anglais est requise.

## Conditions d'accueil du projet de thèse

- **Employeur** : Cerema ou Ifsttar<sup>1</sup>, sur CDD doctorant de l'automne 2017 à l'automne 2020.
- **Rémunération** : 1420€ nets les deux premières années (majoré la 3ème année).
- **Ecole doctorale** : SPIGA (ED498)

---

<sup>1</sup> Le choix de l'employeur sera déterminé à l'issue du processus de sélection du candidat.

- **Equipes d'accueil** : le doctorant sera accueilli au sein du Laboratoire d'Acoustique Environnementale de l'Ifsttar à Nantes, et de l'équipe de recherche en acoustique du Cerema à Strasbourg<sup>2</sup>, selon une modalité qui sera déterminée avant le début du contrat.

### Equipe d'encadrement du projet de thèse

- **Directeur de thèse** : Benoit Gauvreau (CR-HDR), Ifsttar, Laboratoire d'Acoustique Environnementale (benoit.gauvreau@ifsttar.fr, 0240845898, <http://www.lae.ifsttar.fr>)
- **Co-directeur de thèse** : David Ecotière (IDTPE-Cesaar), Cerema, Groupe Acoustique du Laboratoire de Strasbourg (david.ecotiere@cerema.fr, 0388777933).

### Modalités de candidature

Le candidat intéressé est invité à contacter au plus tôt l'un des deux encadrants du projet et à transmettre par messagerie électronique avant **le 17 avril 2017** les pièces suivantes :

- CV du candidat
- copie de sa carte d'identité ou de son passeport
- notes du master (a minima le master 1 si les notes du master 2 ne sont pas disponibles)
- copie du dernier diplôme (maîtrise, diplôme d'ingénieur, master recherche si celui-ci est déjà soutenu).
- lettre de motivation du candidat expliquant son intérêt pour le sujet (1 page recto-verso maximum).
- lettre(s) de recommandation

---

<sup>2</sup> Ces deux équipes fusionneront au cours du premier trimestre 2017 pour constituer l'Unité Mixte de Recherche Ifsttar/Cerema en Acoustique de l'Environnement (UMR AE).