



UMR Acoustique Environnementale
(Université Gustave Eiffel-Cerema)
PROPOSITION DE THESE 2025

Titre de la thèse

Prise en compte de la variabilité du bruit de fond et de ses interactions avec le bruit éolien dans la modélisation acoustique

Niveau recommandé

Master recherche (M2)

Compétences requises

Discipline principale : Acoustique environnementale

Autres disciplines abordées : Méthode numérique, analyse de données

Description

Dans le cadre de la transition énergétique, la France s'est fixé l'objectif ambitieux d'atteindre 33% d'énergies renouvelables dans son mix énergétique d'ici 2030. Parmi ces énergies, l'éolien joue un rôle clé en raison de sa maturité technologique et de son potentiel de production à grande échelle. Cependant, les nuisances sonores potentiellement associées à l'exploitation des parcs éoliens constituent l'un des freins majeurs à leur acceptabilité sociale et, par conséquent, à leur développement. Le défi scientifique consiste à estimer avec fiabilité les nuisances sonores des futurs parcs. Cet enjeu est crucial, car une mauvaise estimation peut entraîner le bridage des machines, avec des conséquences importantes tant sur le plan énergétique que sur le plan financier.

Ces dernières années, les efforts de recherche se sont concentrés sur les mécanismes de génération du bruit à la source, notamment les phénomènes aérodynamiques au niveau des pales et du rotor, ainsi que sur la modélisation détaillée des processus d'émission acoustique et de propagation du bruit à grande distance. En revanche, certains aspects fondamentaux restent encore peu explorés, générant ainsi des incertitudes notables dans les prévisions acoustiques.

Parmi eux, le bruit de fond représente un facteur clé : il varie considérablement selon l'activité humaine, les conditions météorologiques ou les caractéristiques du site, mais est souvent considéré comme constant dans les zones habitées. Cette simplification constitue une source majeure d'incertitude dans l'estimation du bruit éolien. Il apparaît donc essentiel de modéliser et d'intégrer la variabilité dynamique du bruit de fond afin d'améliorer la fiabilité des prédictions acoustiques et de mieux guider l'exploitation des parcs éoliens. Cette hypothèse simplificatrice constitue une approximation majeure, qui introduit une source d'incertitude supplémentaire, à considérer dès lors qu'il s'agit d'estimer une valeur d'émergence. Elle limite la fiabilité des simulations acoustiques et augmente le risque que les niveaux sonores réels excèdent ceux prévus dans les études prévisionnelles. À l'inverse, dans certaines conditions, le bruit de fond peut masquer le bruit éolien. Identifier et caractériser ces conditions pourrait permettre d'optimiser la production des éoliennes en limitant le bridage préventif, tout en réduisant la gêne sonore perçue par les riverains.

La modélisation de l'aspect dynamique et local du bruit de fond constitue un verrou scientifique majeur qu'il est crucial de lever, représentant un enjeu essentiel pour les exploitants de parcs éoliens.

Objectifs et démarche de la thèse

L'objectif général de cette thèse est de développer une approche permettant de modéliser la variabilité du bruit de fond environnemental et de l'intégrer dans les modèles acoustiques du bruit éolien. Le travail se décompose en quatre axes principaux :

- 1. Collecte et préparation des données : exploitation des mesures existantes fournies par un exploitant de parc éolien partenaire et réalisation, si nécessaire, d'une campagne complémentaire ; organisation et prétraitement des données pour les rendre exploitables.*
- 2. Analyse des facteurs influençant le bruit de fond : identification des variables environnementales et anthropiques impactant le bruit de fond (vent, météo, proximité et débit des routes, distance à la végétation, topographie, etc.) et détection des sources dominantes à l'aide d'algorithmes de séparation ou de classification.*
- 3. Modélisation statistique et prédictive : développement de modèles statistiques ou basés sur l'apprentissage automatique pour relier les caractéristiques du site et des sources aux niveaux de bruit observés ; par exemple via l'exploration de régressions multivariées, de modèles probabilistes, de réseaux de neurones ou d'autres méthodes adaptées aux séries temporelles et données spatiales.*
- 4. Construction d'un modèle opérationnel de génération de bruit de fond : proposition d'un outil capable de générer des distributions de bruit de fond en fonction des paramètres d'entrée identifiés et in fine intégration dans les simulations acoustiques pour améliorer l'estimation de l'émergence du bruit éolien.*

Ce travail permettra de fournir des outils de simulation fiables, adaptés aux enjeux des industriels, des collectivités et des riverains, tout en contribuant à la compréhension scientifique des phénomènes acoustiques liés aux parcs éoliens. Cette thèse s'inscrit dans une approche combinant acoustique, modélisation numérique et analyse de données expérimentales, dans le cadre de la transition énergétique.

Grâce à notre réseau scientifique, nous aurons accès à des bases de données de bruit de fond fournies par nos partenaires industriels

Références :

- [1] Colas, J., Emmanuelli, A., Dragna, D., Blanc-Benon, P., Cotté, B., & JAM Stevens, R. (2023). Wind turbine sound propagation: Comparison of a linearized Euler equations model with parabolic equation methods. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 154(3), 1413–1426.
- [2] Kayser, B., Mascarenhas, D., Cotté, B., Ecotière, D., & Gauvreau, B. (2023). Validity of the effective sound speed approximation in parabolic equation models for wind turbine noise propagation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 153(3), 1846–1854.
- [3] Kayser, B., Gauvreau, B., Ecotière, D., & Mallet, V. (2022). Wind turbine noise uncertainty quantification for downwind conditions using metamodeling. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 151(1), 390–401.
- [4] Kayser, B., Cotté, B., Ecotière, D., & Gauvreau, B. (2020). Environmental parameters sensitivity analysis for the modeling of wind turbine noise in downwind conditions. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 148(6), 3623–3632.
- [5] Cotté, B. (2019). Extended source models for wind turbine noise propagation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 145(3), 1363–1371.
- [6] Hansen, K. L., Nguyen, P., Zajamšek, B., Catcheside, P., & Hansen, C. H. (2019). Prevalence of wind farm amplitude modulation at long-range residential locations. *Journal of Sound and Vibration*, 455, 136–149.

Profil recherché

Master recherche en acoustique, avec des connaissances en développement de méthodes numériques. Une expérience complémentaire en développement de modèles d'apprentissage serait appréciée. Le/la candidat-e peut également être un-e étudiant-e issu(e) du domaine du machine learning souhaitant appliquer ses connaissances à des problématiques acoustiques. Des compétences et un intérêt à la fois pour la modélisation et l'expérimentation sont attendus. De bonnes qualités rédactionnelles en français et/ou en anglais sont requises. La valorisation des travaux par la publication d'articles scientifiques dans des revues à comité de lecture est attendue, ainsi qu'une communication lors d'au moins une conférence internationale en acoustique.

Ecole Doctorale

L'étudiant(e) sera rattaché(e) à l'école doctorale « Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes » (SIS) (<https://ed-sis.doctorat-paysdelaloire.fr>). L'établissement d'inscription sera l'Université Gustave Eiffel.

Lieu de la thèse

- Uni Eiffel, Campus Lyon** (25, avenue François Mitterrand, Case24, Cité des mobilités, F-69675 Bron Cedex)
- Uni Eiffel, Campus Nantes** (route de Bouaye, CS4, F-44344 Bouguenais Cedex)
- Cerema – Strasbourg** (11, rue Jean Mentelin, Strasbourg-Koenigshoffen, F-67035 Strasbourg)

Encadrement

- Directeur de thèse : Benoit GAUVREAU (Université Gustave Eiffel/UMRAE)
- Encadrant : David Ecotière (CEREMA/UMRAE)
- Co-Encadrant : Bill KAYSER (CEREMA/UMRAE)

Financement

- Cofinancement Université Gustave Eiffel - Région des Pays de La Loire

Informations complémentaires

Pour candidater, faire parvenir par mail à Bill Kayser (bill.kayser@cerema.fr) les documents suivants :

- un CV ;
- une lettre de motivation ;
- ses relevés de notes de Master 2 ou équivalent (avec son rang de sortie) ;
- éventuellement une ou plusieurs lettre(s) de recommandation.

Une candidature incomplète ne sera pas considérée.

Contact

M. Bill Kayser

Tél : 06 58 39 84 20

Email : bill.kayser@cerema.fr

www.umrae.fr