

Mardi 27 septembre 2022

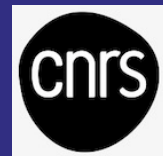
Anne-Sophie EVRARD

P. Avan, P. Champelovier, B. Cotté,  
D. Ecotièrre, B. Gauvreau, L. Giorgis-  
Allemand, C. Marquis-Favre, S. Meunier,  
C. Philipps-Bertin

9èmes Assises Nationales de la Qualité de  
l'Environnement Sonore 2022

Atelier Impact sonore des parcs éoliens :  
avancées en matière de recherche et  
d'innovations

# Recherche sur les impacts du bruit des éoliennes sur l'Humain : son, perception, santé (RIBEOIH)



# Contexte (1)



- **Énergie éolienne en pleine expansion en France et ailleurs dans le monde**
- Mais la population s'inquiète des impacts sanitaires du bruit des éoliennes et certaines personnes expriment une **gêne plus importante** que ne le laissent supposer les mesures du champ acoustique
- **Gêne** souvent décrite comme provenant **des infrasons (IF)**
- Pressions acoustiques des IF émis par les éoliennes **inférieures aux seuils d'audition**. Cependant, inaudibilité possible des IF n'exclut pas leur action sur l'oreille interne ou le système nerveux central
- **Preuves concernant les effets sur la santé du bruit émis par les éoliennes soit inexistantes soit de faible qualité** (Anses 2017, OMS 2018)
  - **Peu d'études épidémiologiques** ont recherché les effets sur la santé autres que la gêne, du bruit audible des éoliennes et la plupart présentent des **lacunes méthodologiques** qui rendent leurs résultats discutables
  - Aucune de ces études ne s'est intéressée spécifiquement aux **effets sur la santé des IF ou des sons de basse fréquence (SBF) émis par les éoliennes**

# Contexte (2)



- **Revue de la littérature des études publiées entre 2017 et mi-2020 par Van Kamp et van den Berg (2021)**
  - **La gêne** est à nouveau apparue comme la **conséquence la plus importante** du bruit émis par les éoliennes : **plus le niveau de bruit (en dB) est élevé, plus la gêne est importante**
  - Les résultats des recherches scientifiques concernant les **autres effets sur la santé** (perturbations du sommeil, maladies cardiovasculaires, effets métaboliques, impacts sur la santé mentale et les fonctions cognitives) ne sont **pas disponibles ou sont incohérents**
- **L'OMS et l'Anses** recommandent donc de réaliser des études épidémiologiques
  - Sur un **grand nombre d'individus**
  - En utilisant des **mesures objectives** de l'état de santé des participants
  - Et en mesurant l'exposition au bruit des éoliennes par une approche objective et standardisée sur une large gamme de niveaux et de fréquences (y compris les SBF)

# Cibélius : Connaître l'Impact du Bruit des ÉoLIennes sUR la Santé (2017-2019)

- Un certain nombre de verrous restaient à lever avant qu'une telle étude puisse être menée en France
  - **Estimation de l'exposition au bruit des éoliennes** : pas de réel consensus sur un modèle de prédiction de ce type de bruit
  - **Décompte du nombre de personnes exposées** à des niveaux de bruit émis par les éoliennes différents et contrastés
- **Cibélius : Connaître l'Impact du Bruit des ÉoLIennes sUR la Santé**
  - Étude de faisabilité financée par l'Anses (2017-2019)
  - Objectif : Évaluer l'exposition de la population de France métropolitaine au bruit des éoliennes

# Exposition de la population française au bruit des éoliennes

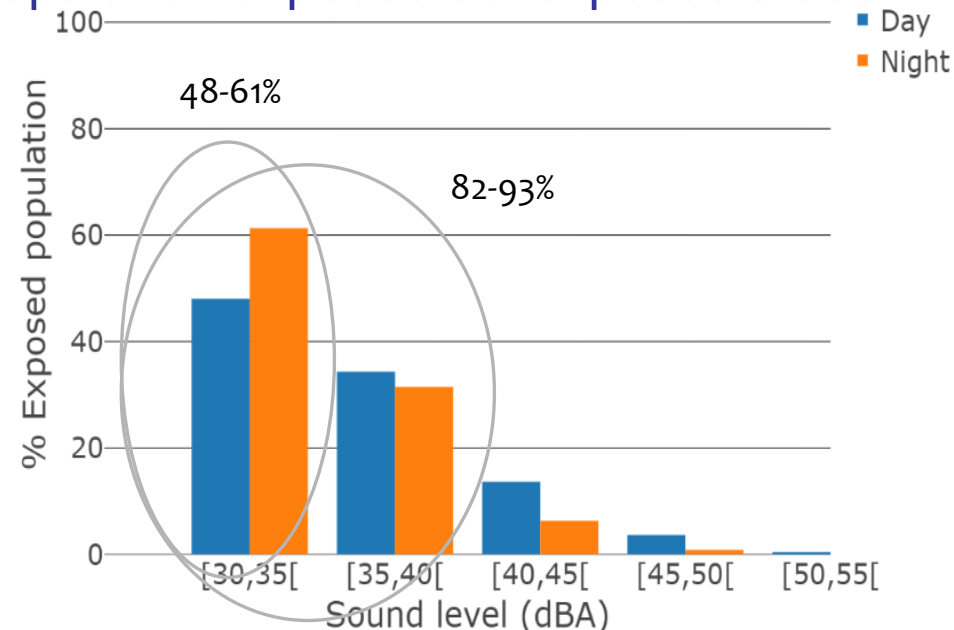
## ▪ Résultats de Cibélius

### ➤ Population exposée à des niveaux de bruit d'éoliennes supérieurs à 30 dBA

- Jour : 685 770
  - Nuit : 721 559
- } 1% de la population française en 2017

### ➤ Niveaux d'exposition au bruit modérés

- 82-93% de la population exposée est exposée à des niveaux inférieurs à 40 dBA

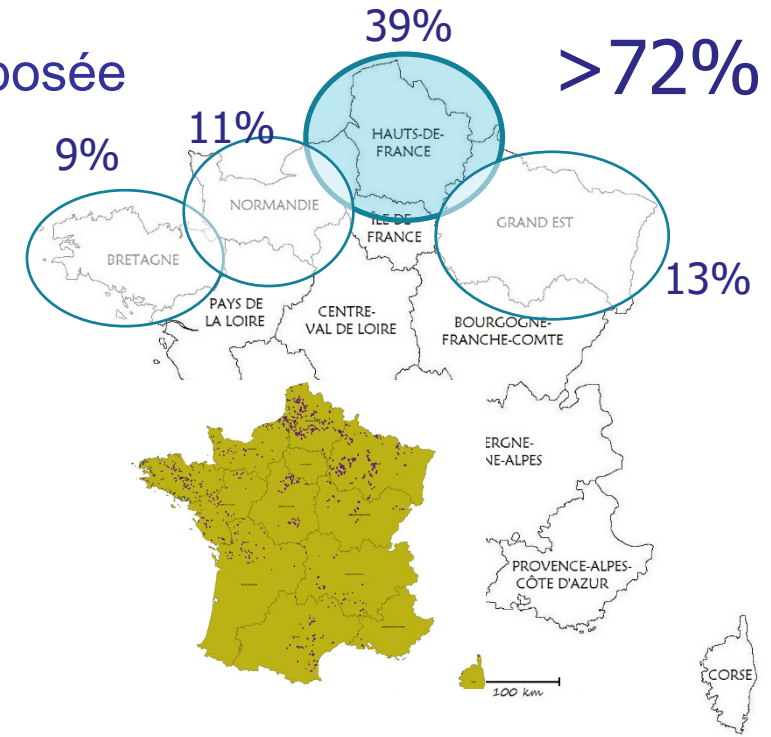
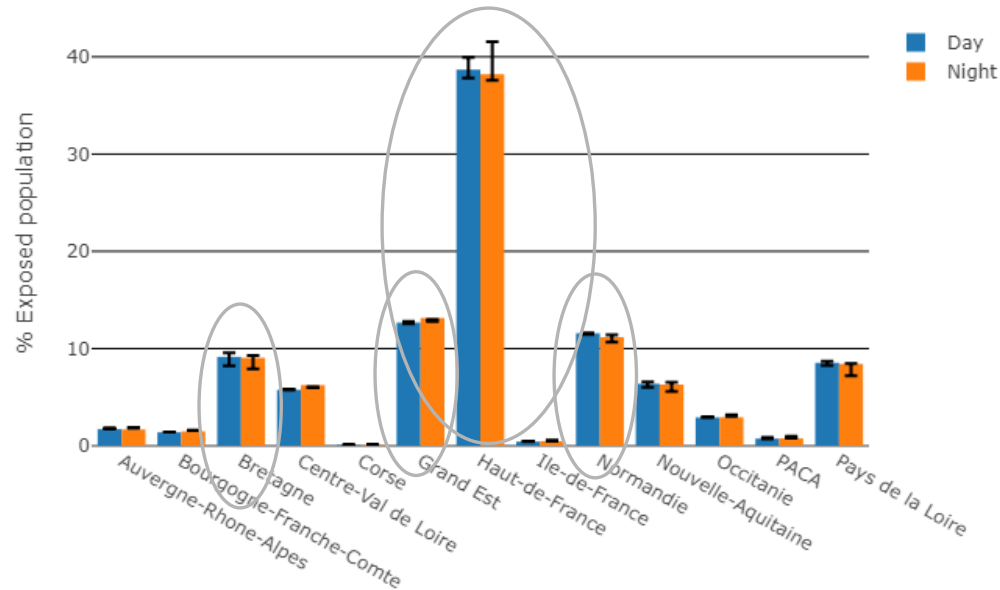


# Exposition de la population française au bruit des éoliennes

## ■ Résultats de Cibélius

➤ Nord de la France : plus de 72% de la population exposée

- Hauts-de-France : 39%
- Bretagne, Normandie, Grand-Est : 9-13%



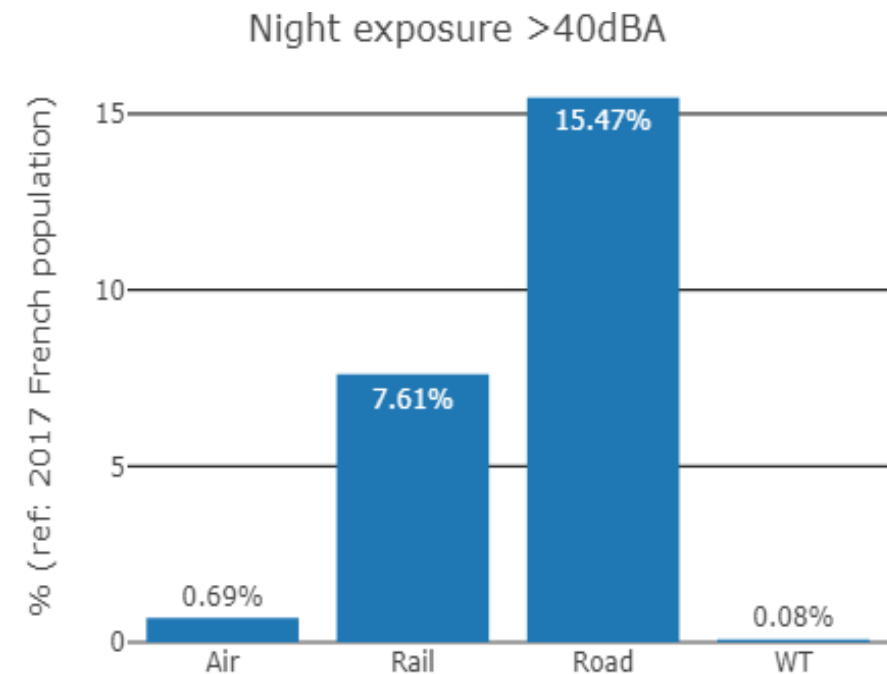
# Exposition de la population française au bruit des éoliennes

- Résultats de Cibélius

- Comparaison avec d'autres sources d'exposition au bruit environnemental

Population française (2017) exposée à des niveaux de bruit supérieurs à 40 dBA la nuit

- Bruit routier : 15,5%
- Bruit ferroviaire : 7,6%
- Bruit du trafic aérien : 0,7%
- Bruit des éoliennes : 0,08%



Plus de détails dans Ecotièrre *et al*, IJERPH 2022, Ecotièrre *et al*, CFA2022/22 et Evrard *et al*, ERS 2022

# RIBeolH : Recherche sur les impacts du bruit des éoliennes sur l'Humain : son, perception, santé (2020-2024)



## ■ Objectifs

- **Évaluer les effets sur la santé** (effets sur le système cochléo-vestibulaire, perturbations du sommeil, stress, maladies cardiovasculaires, troubles psychologiques, gêne due au bruit) du bruit audible ou non (SBF et IF), émis par les éoliennes
- **Identifier les caractéristiques spécifiques** du bruit audible et non audible (SBF et IF) émis par les éoliennes, et **mieux comprendre les mécanismes auditifs** associés à la perception des IF et des SBF des éoliennes, et plus particulièrement la **perception de l'intensité sonore (sonie) et des modulations d'amplitude, et leur lien avec la gêne**
- **Mieux connaître les effets des IF sur l'oreille interne et le système nerveux central** ; ces effets pouvant expliquer certaines symptomatologies parfois décrites par des sujets exposés aux IF et qui s'en plaignent





# RIBeolH : Recherche sur les impacts du bruit des éoliennes sur l'Humain : son, perception, santé (2020-2024)



- Méthodes : deux études
  - Étude épidémiologique (1,200 riverains de parc éoliens en France)
  - ✓ Exposition au bruit émis par les éoliennes (modèle de prévision du bruit Harmonoise)
  - ✓ Campagne expérimentale sur un site éolien afin de valider des sons synthétisés et de fournir des échantillons de sons pour des tests psychoacoustiques et des tests physiologiques
  - ✓ Questionnaire : gêne due au bruit, sensibilité au bruit, perturbations du sommeil, consommation de médicaments, état de santé (hypertension, maladies cardiovasculaires, troubles psychologiques)
  - ✓ Mesures de la pression artérielle, de la fréquence cardiaque et du cortisol (stress)
  - ✓ (Enregistrements des paramètres objectifs du sommeil (**EOLSOM**nie, 100 riverains))



# RIBEOlH : Recherche sur les impacts du bruit des éoliennes sur l'Humain : son, perception, santé (2020-2024)



- Étude psychoacoustique et physiologique en laboratoire (environ 150 auditeurs)
  - ✓ Synthèse de sons par un modèle physique pour différentes conditions de fonctionnement des éoliennes

Comme une bonne qualité sonore des enregistrements est possible *in situ* uniquement pour des faibles vitesses de vent, les sensations gênantes dues au bruit des éoliennes ne pourront pas être toutes étudiées à partir de sons enregistrés
  - ✓ **Validation perceptive des sons synthétisés** en les comparant à des sons enregistrés dans les mêmes conditions de fonctionnement des éoliennes
  - ✓ Détermination d'un **modèle de sonie** applicable aux SBF et IF
  - ✓ Analyse des **principaux facteurs acoustiques de la gêne** et proposition d'indices associés
  - ✓ **Mesures physiologiques** des réponses cochléo-vestibulaires avant et après exposition sonore strictement contrôlée



[Oerlemans et al. 2007]



# RIBEOlH : Recherche sur les impacts du bruit des éoliennes sur l'Humain : son, perception, santé (2020-2024)



## ➤ Originalités

- ✓ **Approche pluridisciplinaire** : épidémiologie, psychologie, acoustique physique, psychoacoustique et physiologie de l'audition
- ✓ Étude épidémiologique : données de santé collectées (**questionnaire**) mais aussi **mesurées objectivement**
- ✓ Approche innovante de **synthèse sonore par modèle physique**
- ✓ Étude de la perception des SBF sur la base de **nouveaux modèles auditifs** (sonie)
- ✓ Étude du lien entre **gêne et sonie** et **gêne et modulation d'amplitude**
- ✓ Réalisation en laboratoire de **mesures physiologiques** des troubles homéostatiques invoqués comme explication des troubles provoqués par des IF inaudibles



# Références

ANSES. Évaluation des Effets Sanitaires des Basses Fréquences Sonores et Infrasons dus Aux Parcs Eoliens, Saisine 2013-SA-0115: Avis de l'ANSES; Collective Expertise Report; French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety: Paris, France, 2017.

OMS. Environmental Noise Guidelines for the European Region; World Health Organisation: Copenhagen, Denmark, 2018.

Van Kamp I, van den Berg F. Health effects related to wind turbine sound: An update. Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 9133.

Ecotièrè D, Demizieux P, Guillaume G, Giorgis-Allemand L, Evrard AS. Quantification of Sound Exposure from Wind Turbines in France. Int. J. Environ. Res. Public Health 2022, 19, 23.

Evrard AS, Ecotièrè D, Demizieux P, Giorgis-Allemand L, Guillaume G. Exposition de la population au bruit émis par les éoliennes en France métropolitaine. Environnement, Risques et Santé, In press (septembre 2022).

Ecotièrè D, Demizieux P, Guillaume G, Giorgis-Allemand L, Evrard AS. Évaluation de l'exposition de la population de France métropolitaine au bruit des éoliennes. CFA2022/22, session Bruit des éoliennes.

Evrard AS, Avan P, Champelovier P, Cotté B, Ecotièrè D, Gauvreau B, Giorgis-Allemand L, Marquis-Favre C, Meunier S. Recherche sur les impacts du bruit des éoliennes sur l'Humain : son, perception, santé (RIBEOIH). CFA2022/79, session Bruit et Santé.

# Remerciements

- Agence Nationale de la Recherche qui finance ce projet RIBEOIH (ANR-19-CE36-0009)



- L'implication des équipes de l'Université Gustave Eiffel de Bron et de l'ENTPE s'inscrit dans le cadre du LabEx CeLyA (Centre d'Acoustique de Lyon, ANR-10-LABX-0060)

**Anne-Sophie EVRARD**

[anne-sophie.evrard@univ-eiffel.fr](mailto:anne-sophie.evrard@univ-eiffel.fr)

[ribeolh.univ-gustave-eiffel.fr](http://ribeolh.univ-gustave-eiffel.fr)

