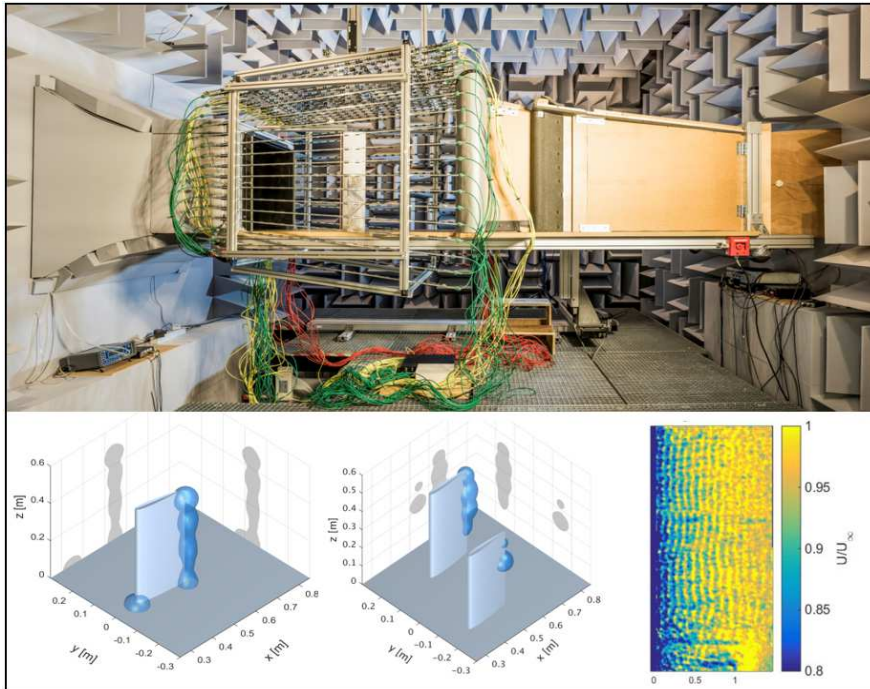


**Offre de thèse de doctorat – PhD position****«Sources aéroacoustiques environnementales: étude en soufflerie par antenne microphonique tridimensionnelle»****« Environmental aeroacoustic sources: study in a wind-tunnel by using a three-dimensional microphone array»**

Institut PPRIME, UPR CNRS 3346, Université de Poitiers, France

Contacts: [vincent.valeau@univ-poitiers.fr](mailto:vincent.valeau@univ-poitiers.fr), [david.marx@univ-poitiers.fr](mailto:david.marx@univ-poitiers.fr)**Candidature avant le 30 novembre 2020 / Apply before November 30 2020**

*Haut* : Soufflerie BETI équipée d'une antenne tridimensionnelle ; *Bas* : Identification de sources aéroacoustiques (profils d'aile dans l'écoulement de la soufflerie), et mesure de champ de vitesse dans le sillage d'un obstacle par technique de PIV.

**Mots-clés** : bruit environnemental ; aéroacoustique ; soufflerie ; antenne acoustique.

Quand un écoulement interagit avec un objet ou un obstacle, il se produit un bruit que l'on qualifie de bruit aéroacoustique. Les applications potentielles relèvent aussi bien du bruit émis dans l'environnement par les transports aériens et terrestres que des effets du vent en interaction avec des éoliennes ou des éléments de façade des bâtiments. Le projet, de nature expérimentale, vise à développer une nouvelle méthodologie d'investigation des sources de bruit aéroacoustique en soufflerie, basée sur une antenne de microphones de nouvelle génération. Le travail est centré autour de la soufflerie BETI (Bruit, Transport, Environnement, Ingénierie, <https://equipex-gap-prometee.ensma.fr/installations-banc/soufflerie-beti/>) de l'Institut PPRIME. Cette soufflerie permet de réaliser des mesures de rayonnement aéroacoustique d'obstacles en conditions anéchoïques.

Dans le cadre d'une collaboration entre les instituts PPRIME et d'Alembert (Sorbonne-Université), la soufflerie BETI a été équipée d'une antenne pouvant rassembler jusqu'à 1024 capteurs microphoniques de type MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) [1]. Cet outil unique permet de créer un tunnel de microphones autour de l'écoulement de la soufflerie (voir photo). Pour identifier les sources de bruit dans l'écoulement, il est nécessaire de résoudre un problème inverse. Deux stratégies sont actuellement développées dans le contexte de la collaboration PPRIME-d'Alembert. La première repose sur une implémentation de la technique de formations de voies en trois dimensions (ou beamforming, voir photo) [2], alors que la

seconde est une approche hybride basée sur l'association d'une mesure avec une simulation numérique (basée sur le principe de retournement temporel).

Le but du travail de thèse est de poursuivre le développement de ces techniques pour les rendre pleinement opérationnelles pour le traitement de cas réalistes qui peuvent potentiellement combiner les caractéristiques suivantes, pour lesquelles les techniques actuelles ne sont pas opérationnelles : un écoulement turbulent entraînant des sources de bruit instationnaires, des obstacles fortement tridimensionnels, des effets de diffraction importants provenant de l'installation ou des obstacles.

Le travail comportera ainsi une composante importante de développement d'outils de traitement de signal et de mise en place de modèles de propagation et de rayonnement acoustiques. Du point de vue des applications expérimentales dans la soufflerie BETI, il s'agira d'étudier et de réaliser l'analyse physique du rayonnement aéroacoustique de configurations génériques mais complexes : obstacles en interaction (diffraction mutuelle, l'un étant éventuellement placé dans le sillage de l'autre), obstacles tridimensionnels (agencements de cylindres perpendiculaires ou incurvés par exemple, plaques avec des agencements d'ouvertures). Les mesures acoustiques pourront être associées à des mesures simultanées de l'écoulement au moyen de la technique de Particle Image Velocimetry (PIV, voir photo). Les travaux en soufflerie seront complétés en fin de thèse par des mesures en milieu extérieur, en présence d'un vent turbulent réel, en collaboration avec le LASIE de l'Université de La Rochelle.

Le travail sera réalisé en association avec un post-doctorant, des chercheurs permanents et le personnel d'assistance à la recherche, dans un contexte collaboratif dynamique (Instituts PPRIME et d'Alembert, LASIE), et permettra au doctorant de développer ses capacités de travail en équipe, ainsi que des compétences avancées en aéroacoustique expérimentale (associée à l'utilisation de codes numériques) et traitement du signal.

Début et durée de la thèse: à partir de novembre 2020 (date de début souple), sur 3 ans.

Salaire: 1607€ net mensuel, avec possibilité de réaliser des enseignements à l'Université de Poitiers.

Financement: Agence Nationale de la Recherche (ANR) et Région Nouvelle Aquitaine

Profil recherché: Master 2 ou Diplôme d'Ingénieur, avec une formation en acoustique et/ou mécanique des fluides, et en traitement du signal.

#### Références:

[1] "Design and use of a three-dimensional array of MEMS microphones for aeroacoustic measurements in wind-tunnels", Y. Zhou, F. Ollivier, P. Challande, R. Marchiano, V. Valeau, D. Marx, C. Prax, Berlin Beamforming Conference (BeBeC), Berlin, Mars 2020

<http://www.bebec.eu/Downloads/BeBeC2020/Papers/BeBeC-2020-D29.pdf>

[2] "Three-dimensional identification of flow-induced noise sources with a tunnel-shaped array of MEMS microphones", Y. Zhou, V. Valeau, J. Marchal, F. Ollivier, R. Marchiano, J. Sound Vib., 482 (2020) 115459

-----  
*English version*

Keywords: environmental noise ; aeroacoustics ; wind-tunnel ; acoustic antenna.

When a flow interacts with an object or an obstacle, a noise is produced which is called aeroacoustic noise. Potential applications relate to noise emitted into the environment by air and land transport as well as the effects of wind in interaction with wind turbines or building facade elements. This experimental project aims to develop a new methodology for investigating aeroacoustic noise sources in a wind-tunnel, based on a latest generation of microphone antenna. The work will be carried out in the BETI wind tunnel (<https://equipex-gap-prometee.ensma.fr/installations-banc/soufflerie-beti/>) of the PPRIME Institute. This wind-tunnel enables measurements of the aeroacoustic radiation of obstacles under anechoic conditions.

As part of a collaboration between the PPRIME and d'Alembert institutes (Sorbonne-University), the BETI wind tunnel was equipped with an antenna that can bring together up to 1024 microphonic MEMS sensors (Micro-Electro-Mechanical Systems) [1]. This unique tool creates a tunnel of microphones surrounding the flow of the wind tunnel (see photo). To identify the sources of noise in the flow, it is necessary to solve an inverse problem. Two strategies are currently being developed in the context of the PPRIME-d'Alembert collaboration. The first is based on an implementation of the three-dimensional beamforming technique (see photo) [2],

while the second is a hybrid approach based on the association of a measurement with a numerical simulation (based on the principle of time-reversal ).

The aim of the thesis work is to continue the development of these techniques to make them fully operational for their application to realistic cases which can potentially combine the following characteristics, for which the current techniques are not operational: a turbulent flow causing sources of unsteady noise, strongly three-dimensional obstacles, significant diffraction effects from the installation or obstacles.

An important part of the work will then be devoted to the development of signal processing tools and to the establishment of acoustic propagation and radiation models. The experimental applications in the wind-tunnel will be devoted to the physical analysis of the aeroacoustic radiation of generic but complex configurations: interacting obstacles (mutual diffraction, one obstacle being possibly located in the wake of the other one), three-dimensional obstacles (arrangements of perpendicular or curved cylinders for example, plates with arrangements of openings). Acoustic measurements will be combined with simultaneous flow measurements using the Particle Image Velocimetry technique (PIV, see photo). The work in the wind-tunnel will be completed at the end of the thesis by measurements in an external environment, in the presence of a real turbulent wind, in collaboration with the LASIE of the University of La Rochelle.

The work will be carried out in association with a team composed of a post-doctoral researcher, permanent researchers and research engineers, in a dynamic collaborative context (PPRIME and d'Alembert Institutes, LASIE), and will allow the doctoral student to develop his teamwork skills, as well as advanced skills in experimental aeroacoustics (associated with the use of digital codes) and signal processing.

Start and duration of the thesis: from November 2020 (flexible start date), over 3 years.

Net salary: 1607 € monthly, with the possibility of teaching at the University of Poitiers.

Funding: Agence Nationale de la Recherche (ANR) and Région Nouvelle Aquitaine

Profile sought: Master 2 or Engineering Diploma, with skills in acoustics and/or fluid mechanics, and in signal processing.

#### References:

[1] "Design and use of a three-dimensional array of MEMS microphones for aeroacoustic measurements in wind-tunnels", Y. Zhou, F. Ollivier, P. Challande, R. Marchiano, V. Valeau, D. Marx, C. Prax, Berlin Beamforming Conference (BeBeC), Berlin, Mars 2020

<http://www.bebec.eu/Downloads/BeBeC2020/Papers/BeBeC-2020-D29.pdf>

[2] "Three-dimensional identification of flow-induced noise sources with a tunnel-shaped array of MEMS microphones", Y. Zhou, V. Valeau, J. Marchal, F. Ollivier, R. Marchiano, J. Sound Vib., 482 (2020) 115459