

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Etude du comportement vibro-acoustique non-linéaire d'un générateur d'ondes planes type iso-dynamique

Référence : **MFE-MAS-DMPE-2025-14**

(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 10/2025

Date limite de candidature :

Mots clés Haut-parleur, membrane iso-dynamique, vibration, rayonnement acoustique

Profil et compétences recherchées

Titulaires d'un master recherche avec une formation d'école d'ingénieur ou universitaire dans le domaine de la vibro-acoustique avec notion de psycho-acoustique

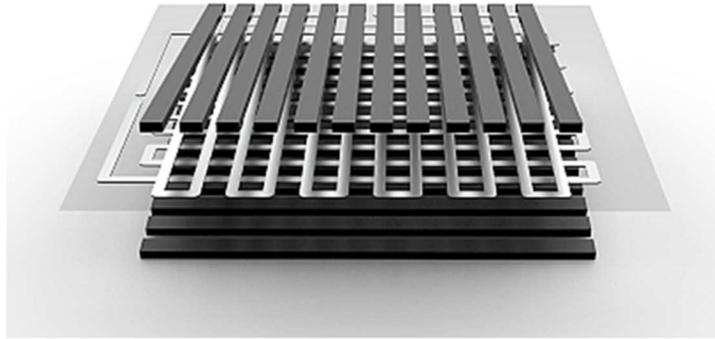
Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Les matériaux absorbants employés en aéronautique en tant que traitements acoustiques sont qualifiés à l'aide de différentes techniques de mesure de laboratoire et/ou in-situ. En champ libre, cela suppose la mise en place d'une métrologie adéquate, soit un haut-parleur et plusieurs microphones pour évaluer le coefficient de réflexion procuré par le matériau en fonction de la direction des ondes incidentes. Le choix du haut-parleur est déterminant car devant satisfaire une hypothèse de rayonnement soit monopolaire soit de type onde plane, applicable également aux signaux mesurés.

Un haut-parleur est généralement constitué d'une membrane mobile circulaire, encastrée sur les bords et mis en mouvement par une bobine arrière placée dans un champ magnétique. La nature du rayonnement est alors liée au rapport « diamètre de membrane/longueur d'onde ». Pour les faibles rapports, le rayonnement peut être considéré comme monopolaire et, pour les forts rapports, considéré de type onde plane. Cela distingue, pour un diamètre donné, les régimes « basses » et « hautes » fréquences.

Obtenir un rayonnement de type onde plane en basses fréquences relève par conséquent d'une véritable gageure avec un haut-parleur traditionnel et nécessite un volume de caisson conséquent. Une façon de contourner le problème est d'employer un haut-parleur iso-dynamique dans lequel la membrane est directement mise en mouvement à l'aide d'un champ magnétique procuré par des aimants répartis uniformément de part et d'autre de la membrane pourvue d'une bobine à plat. L'épaisseur de l'ensemble reste alors faible et indépendante de la surface de rayonnement acoustique. Il est donc possible théoriquement de disposer d'une membrane plane de grande dimension assurant sur un volume conséquent un rayonnement spatial de type onde plane.

L'objectif de la thèse est d'étudier le comportement dynamique (vibratoire et acoustique) de ce type de dispositif en partenariat avec D&P Audio, fabricant de ce type de technologie appelé Push Pull Bipolar Magnet. Chaque cellule basse fréquence y est animée par deux bobines indépendantes et croisées (Figure : Crossed push-pull technology) susceptibles d'assurer une déformation « uniforme » d'une membrane tendue en mylar. Si la technologie est suffisamment mature pour être commercialisée, il n'existe pas de modèle validé par essais permettant de simuler l'ensemble du processus de génération de bruit depuis l'excitation par champ magnétique jusqu'au rayonnement de la membrane, en passant par le comportement modal de la membrane pourvue de la bobine à plat.



Cela suppose de combiner des modélisations multi-physiques (électromagnétique, vibratoire et acoustique) de type analytique et numérique par éléments finis, des essais vibratoires par vibromètre laser pour déterminer la base modale et le cheminement de l'énergie structurelle et des essais de rayonnement acoustique en terme de directivité et puissance par intensimétrie, voire antennerie. Les spécimens fournis par D&P Audio seront des briques élémentaires et/ou des sous-systèmes de base, voire des prototypes complets. Elle pourront conduire à vérifier le comportement absorbant d'un matériau absorbant de référence.

Les modélisations seront employées à terme pour piloter le spectre rayonné via une modification d'architecture (tension de membrane, ajout de masse, forme de la membrane, distance des aimants...). Les activités expérimentales seront susceptibles d'être conduites en chambre anéchoïque de l'ONERA mais également dans les locaux de D&P Audio sous la forme de tests psycho-acoustiques d'écoute.

Collaborations envisagées : SARL D&P Audio

Haut-parleurs Hifi isodynamiques commercialisés sous la marque diptyque audio : www.diptyqueaudio.com

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Multi-Physique pour l'Energétique

Lieu (centre ONERA) : Toulouse

Contact : Frank Simon / Victor Lafont

Tél. : +33(0)5 62 25 28 51 Email :

frank.simon@onera.fr

Tél. : +33(0)5 62 25 21 94 Email : victor.lafont@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Frank SIMON

Laboratoire : DMPE

Tél. : +33(0)5 62 25 28 51

Email : frank.simon@onera.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>