

## Sujet de Stage Ingénieur / M2 Recherche

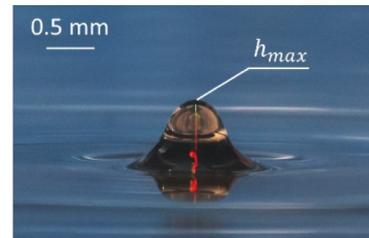
### Étude expérimentale de la modulation spatio-temporelle induite par des résonateurs de Helmholtz reconfigurables par la pression de radiation acoustique

#### Mots-clés

Ultrasons – Pression de radiation acoustique - Modulation spatio-temporelle – Métamatériaux – Expérimentations

#### Contexte

En dirigeant un champ ultrasonore vers une interface eau-air, il est possible de créer une déformation locale, comme illustré par la figure 1. Cette déformation résulte de la pression de radiation acoustique (PRA). Au laboratoire GREMAN, un dispositif expérimental a été mis au point pour caractériser cette déformation induite par la PRA. Un modèle numérique par éléments finis a aussi été élaboré. En confrontant les résultats expérimentaux et numériques, il a été démontré qu'il était possible de prédire avec précision les caractéristiques spatio-temporelles de cette déformation [1-2]. Sur la base de cet effet, il est possible de contrôler les propriétés de résonance d'un méta-résonateur en modifiant le volume de la cavité. Le potentiel de cette étude a déjà été confirmé par le modèle numérique, mais reste à valider par des résultats expérimentaux. Ce stage propose de s'appuyer sur les ressources expérimentales et numériques déjà développées, en collaboration avec les compétences de l'IEMN, pour étudier et créer de nouvelles structures modulables et dépendantes du temps [3-5].



*Fig.1 : Exemple d'une interface eau-air déformée par l'action d'une onde acoustique.*

#### Travail proposé

Pour ce stage, l'**objectif scientifique** est de développer et d'étudier un système composé, dans un premier temps, d'un résonateur couplé à un guide d'onde. Une fois que cette caractérisation est réalisée, un système avec multi-résonateur sera envisagé. En appliquant un gradient de propriétés temporelles et spatiales le long d'un guide d'onde acoustique, on peut convertir une partie de l'énergie de l'onde incidente en nouvelles composantes fréquentielles [6-7]. Les principaux axes d'étude pour le stage sont :

- Étude dynamique temporelle de la déformée induite par la PRA dans un résonateur ;
- Optimisation de la dynamique de la déformée via l'optimisation de la géométrie du résonateur ;
- Étude de l'effet induit par un résonateur reconfigurable via un système classique de type « tube de Kundt » : le coefficient de réflexion d'un tel résonateur sera étudié (en amplitude et en phase) ;
- Étude fréquentielle de la modulation induite par ce résonateur et du schéma électrique équivalent ;
- Extension à un système multi-résonateur : réalisation et étude des limites du système.

- [1] F. Sisombat, *et al.*, Journal of Applied Physics 132, 174901 (2022)
- [2] F. Sisombat, *et al.*, Sci Rep 13, 14703 (2023).
- [3] S. Tessier Brothelande, *et al.*, Applied Physics Letters 123, 201701 (2023)
- [4] J. Palacios, *et al.*, The Journal of the Acoustical Society of America 151, 3669 (2022)
- [5] C. Croëne, *et al.*, J. Appl. Phys. 126, 145108 (2019)
- [6] Z. Chen, *et al.*, Science advances, 7(45), eabj1198. (2021).
- [7] J. Li, *et al.*, Physical Review B, 99(14), 144311. (2019).

### Profil du candidat

Étudiant(e) en 3ème année de cycle ingénieur ou Master 2 recherche avec une bonne connaissance en acoustique ultrasonore notamment expérimentale.

### Lieu

Le stage se déroulera principalement au laboratoire GREMAN (UMR CNRS 7347) à l'INSA Centre Val de Loire (Blois). Des déplacements sont à prévoir sur le site du laboratoire IEMN situé à Lille.

<http://greman.univ-tours.fr/>

<https://www.iemn.fr/>

### Rémunération

En vigueur (environ 3700,00 € pour un stage de 6 mois).

### Période

Stage d'une durée minimum de 4 mois en 2025, date du début du stage selon le candidat

### Encadrement et contact

Thibaut DEVAUX, Maître de Conférences, Laboratoire GREMAN, Université de Tours,  
[thibaut.devaux@univ-tours.fr](mailto:thibaut.devaux@univ-tours.fr)

Florian ALLEIN, Enseignant Chercheur, Laboratoire IEMN, Junia-ISEN, [florian.allein@junia.com](mailto:florian.allein@junia.com)