

# Post-doctorant (F/H) : Mesure locale de l'émission spontanée en acoustique audible par effet Larsen et introduction de non-linéarité active dans des résonateurs sub-longueur d'onde - CDD 1 AN

<https://www.espci.psl.eu/fr/espci-paris-psl/emploi/archives/2014/post-doctorant-f-h-mesure-locale-de-l-emission>

## Laboratoire d'accueil :

Laboratoire Ondes et Acoustique / Institut Langevin Responsables scientifiques : Fabrice Lemoult, Geoffroy Lerosey, Julien de Rosny

## Sujet du postdoc :

Cette proposition de postdoctorat s'inscrit dans la continuité des travaux déjà menés précédemment sur les milieux composés de résonateurs sub-longueur d'onde. Ce projet comprend deux axes qui ont pour point commun l'utilisation d'une boucle de rétroaction « active ». Le premier axe de recherche concerne l'utilisation de l'effet Larsen acoustique pour mesurer la densité d'état local d'un milieu composé de résonateurs sub-longueur d'onde. Lorsque l'on place un microphone en face d'un haut-parleur une boucle rétroactive d'amplification peut favoriser l'émission d'une fréquence. En jouant sur le gain de la boucle de rétroaction et sur l'environnement autour du couple émetteur/récepteur, on peut ainsi mesurer le seuil à partir duquel l'émission a lieu ainsi que la fréquence vers laquelle la saturation Larsen converge. Lorsque l'on place maintenant ce microphone au-dessus d'une canette que l'on considère ici comme un résonateur de Helmholtz la boucle d'amplification se « bloque » sur la fréquence propre de la canette. Par analogie avec les travaux menés en optique à l'Institut Langevin, nous imaginons mesurer le taux d'émission spontanée de notre couple microphone/haut-parleur, grandeur qui dépend très fortement du milieu dans lequel ce couple est placé. L'avantage de l'acoustique audible expérimentale réside incontestablement dans les échelles caractéristiques mises en jeu : les longueurs d'onde étant métriques on peut travailler sur des échantillons expérimentaux macroscopiques et sonder le matériau sur des dimensions caractéristiques bien inférieures à ces longueurs d'onde. Le dispositif expérimental sera donc relativement simple puisqu'il ne nécessite que l'utilisation d'un microphone et d'un haut-parleur, le tout étant interfacé par l'intermédiaire d'une carte son et d'un ordinateur afin d'imposer la boucle de rétroaction amplificatrice (le matériel est d'ailleurs déjà présent à l'Institut). Nous caractériserons de manière quantitative l'effet Larsen en espace libre puis sur divers résonateurs simples (canettes de soda, bouteilles, boules de Noël, instruments de musique). Nous pourrions ainsi mesurer la dépendance de ce facteur en fonction du facteur de qualité et du volume modal des résonateurs et retrouver la formule de Purcell. Ensuite, nous utiliserons cette sonde de champ proche sur les milieux qui présentent théoriquement des facteurs de Purcell extrêmement élevés et étudierons aussi le cas des milieux désordonnés (désordre sur les fréquences de résonance et/ou désordre spatial). Le deuxième axe de ce projet s'inscrit dans un projet de recherche à plus long terme qui vise à modéliser les phénomènes physiques qui entrent en jeu dans la perception auditive au niveau de la cochlée. En effet, les récepteurs sensoriels de l'audition chez le mammifère sont des petits cils qui agissent comme des résonateurs sub-longueur d'onde vis-à-vis de l'onde cochléaire. Un gradient sur la distribution des fréquences de résonance de ces cils fixe la position le long du conduit cochléaire où chacune des

fréquences qui composent un signal audible large bande est captée. Cependant, un modèle linéaire sur le comportement résonant de ces cils ne permet pas d'expliquer la dynamique de 120 dB que l'homme est capable d'entendre. Lorsque l'intensité devient trop faible, des phénomènes actifs (dus à des moteurs moléculaires) entrent en jeu afin de réduire le seuil de sensibilité. Ce phénomène non-linéaire a un coût et se traduit par exemple par l'audition de fréquences fantômes ou bien des phénomènes d'otoémission (émission spontanée) lorsque ces cils ne sont pas stimulés. Avant d'en arriver à cet objectif final, des études préliminaires sur des résonateurs « actifs » présentant ce même comportement non-linéaire doivent être conduites. Le point de départ de cet axe de recherche consiste donc à fabriquer un résonateur « critique » qui présentera cette même non-linéarité cubique. A nouveau en utilisant une boucle de rétroaction de type microphone/haut parleur, ici placé à l'intérieur du résonateur (typiquement une canette) on envisage d'observer les phénomènes de bifurcation de Hopf lorsque l'onde incidente excitatrice a une amplitude faible, alors que le comportement du résonateur sera quasi-linéaire lorsque l'amplitude est plus élevée. Ce type de résonateur critique peut aussi présenter la propriété de super-absorbeur en fonction d'un paramètre de contrôle sur la non-linéarité. Une fois cette étude menée sur un résonateur unique nous pourrions ensuite envisager la possibilité de coupler plusieurs résonateurs identiques pour observer l'impact de la non-linéarité sur le comportement polariton déjà observé, et enfin envisager le passage à un milieu qui présente un gradient de fréquence de résonances.

#### Début :

1er octobre 2014

#### Durée :

CDD 1 AN

### Contact

Nom : Florence BOULOGNE Mail : [recrutement@espci.fr](mailto:recrutement@espci.fr) Candidatures (lettre de motivation et CV) à transmettre par courrier électronique.

### Accès

Métro ligne 7 (Place Monge/Censier Daubenton) RER B (Luxembourg) Bus 21, 27 & 47 3 stations Vélib proches