

## Détection acoustique optimale en milieu diffusant complexe (English below)

Offre de thèse, 2024-2027. Financement déjà acquis.

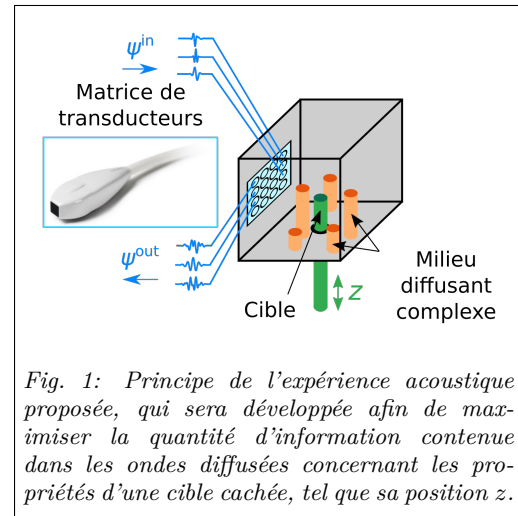
**Laboratoire :** Laboratoire Interdisciplinaire de Physique (LIPhy), Grenoble, France

**Superviseurs :** Dr. Dorian Bouchet et Prof. Emmanuel Bossy

### Description du projet

L'imagerie médicale ultrasonore repose sur un principe simple : un ensemble de sources émettent des ondes acoustiques dans le milieu à imager, et ces ondes sont réfléchies vers un capteur par l'objet d'intérêt. Les ondes acoustiques se propagent de manière simple dans les tissus biologiques mous, ce qui permet aux médecins d'examiner facilement les femmes enceintes grâce aux ondes ultrasonores. Cependant, **il reste extrêmement difficile de faire de l'imagerie ultrasonore lorsque les ondes acoustiques se propagent dans des milieux complexes**. Par exemple, il est très difficile de visualiser l'activité du cerveau à l'aide d'ultrasons, car le crâne déforme les ondes acoustiques de manière incontrôlée. **Ce défi nous motive à mieux comprendre la façon dont les ondes acoustiques se propagent dans les milieux complexes.**

Au cours des dernières décennies, la possibilité de contrôler plusieurs sources indépendantes a été largement utilisée afin de maximiser l'énergie acoustique n'importe où à l'intérieur de milieux diffusants complexes. Au lieu de maximiser l'énergie acoustique, ce projet de thèse abordera maintenant la question suivante : **comment tirer parti de ces nombreuses sources acoustiques afin de maximiser la quantité d'information délivrée à l'observateur ?** D'un point de vue conceptuel, le projet associe des outils issus de la théorie des ondes et de la théorie de l'information afin de comprendre comment l'information se propage dans les milieux diffusants complexes, à la fois dans l'espace et dans le temps. D'un point de vue expérimental, le projet implique la réalisation d'une preuve de principe conçue afin de mesurer la position d'une cible cachée à l'intérieur d'un milieu diffusant aléatoire composé de diffuseurs acoustiques. À l'aide d'une matrice de transducteurs à la pointe de la technologie, le champ acoustique sera façonné en espace et en temps afin de mesurer les propriétés de la cible cachée de la manière la plus précise possible.



### Profil du candidat ou de la candidate

Le candidat ou la candidate doit être titulaire d'un Master en physique ou en ingénierie. Il/elle doit être motivé.e pour (i) apprendre de nouveaux concepts en physique et (ii) les appliquer pour le développement expérimental d'un nouveau type de système d'imagerie ultrasonore.

### Pour plus d'information

Contact : Dorian Bouchet ([dorian.bouchet@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:dorian.bouchet@univ-grenoble-alpes.fr))

Site web personnel : <https://sites.google.com/view/dorianbouchet>

Site web du laboratoire : <https://liphy.univ-grenoble-alpes.fr>

Références :

- D. Bouchet and E. Bossy, *Physical Review Reserach* 5, 013144 (2023)
- G. Godefroy, B. Arnal, and E. Bossy, *Scientific Reports* 13, 2961 (2023)

## Optimal acoustic sensing in complex scattering media

PhD proposal, 2024-2027. Funding already secured.

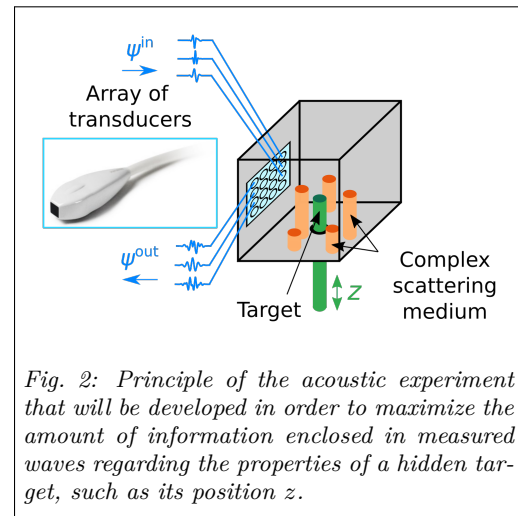
**Laboratory:** Laboratoire Interdisciplinaire de Physique (LIPhy), Grenoble, France

**Supervisors:** Dr. Dorian Bouchet and Prof. Emmanuel Bossy

### Project description

Medical ultrasound imaging is based on a simple principle: an array of sources emit acoustic waves into the medium to be imaged, and these waves are reflected back to a sensor by the object of interest. Acoustic waves propagate in a simple way in soft biological tissues, which allows doctors to easily examine pregnant women using ultrasound waves. However, **it remains extremely challenging to perform ultrasound imaging when acoustic waves propagate in complex media**. For instance, it is very difficult to visualize the activity of the brain using ultrasounds, because the skull distorts acoustic waves in an uncontrolled way. **This challenge motivates us to get a better fundamental understanding of how acoustic waves propagate in complex media.**

In the last decades, the possibility to control many independent sources has been widely employed to maximize the acoustic energy anywhere inside complex scattering media. Instead of maximizing the acoustic energy, this PhD project will now tackle the following question: **how can we take advantage of these numerous acoustic sources in order to maximize the amount of information delivered to the observer?** On the conceptual side, the project associates tools from wave theory and information theory in order to understand how information propagates in complex scattering systems, in both space and time. On the experimental side, the project involves the development of a proof-of-principle system designed to measure the position of a target hidden inside a random scattering medium composed of acoustic scatterers. Using a state-of-the-art array of transducers, the acoustic field will be shaped in space and time in order to measure the properties of the hidden target in the most precise way.



*Fig. 2: Principle of the acoustic experiment that will be developed in order to maximize the amount of information enclosed in measured waves regarding the properties of a hidden target, such as its position  $z$ .*

### Profile of the candidate

The candidate must have a Master's degree in Physics or Engineering. He/she needs to be motivated in (i) learning new concepts in physics and (ii) applying them for the experimental development of a new kind of ultrasound imaging system.

### For further information

Contact: Dorian Bouchet ([dorian.bouchet@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:dorian.bouchet@univ-grenoble-alpes.fr))

Personal webpage: <https://sites.google.com/view/dorianbouchet>

Laboratory website: <https://liphy.univ-grenoble-alpes.fr>

### References:

- D. Bouchet and E. Bossy, *Physical Review Research* 5, 013144 (2023)
- G. Godefroy, B. Arnal, and E. Bossy, *Scientific Reports* 13, 2961 (2023)