

## Méthodes d'apprentissage automatique pour l'imagerie photoacoustique

Responsables scientifiques

Olivier BOIRON - [olivier.boiron@centrale-med.fr](mailto:olivier.boiron@centrale-med.fr)

Laboratoire - IRPHE UMR7342

Anabela DA SILVA - [anabela.dasilva@fresnel.fr](mailto:anabela.dasilva@fresnel.fr)

Laboratoire - INSTITUT FRESNEL UMR7249

Lieu

IRPHE CNRS, 49, rue Joliot-Curie, 13013 MARSEILLE

Durée : 5 à 6 mois

### Descriptif du sujet :

Les disques intervertébraux (DIV) sont des organes fibrocartilagineux qui assurent la liaison et la mobilité des vertèbres du rachis. Sains, ils possèdent un fort contenu hydrique, près de 80 % en volume, qui s'amenuise avec l'âge diminuant ainsi la mobilité intervertébrale et les apports nutritionnels vers les cellules discales. La dégénérescence discale (DD) est ainsi un processus en principe naturel qui se poursuit tout au long de la vie mais peut s'accélérer soudainement et devenir pathologique. L'utilité de diagnostiquer précocement la DD est donc d'une grande importance pour mettre en place des traitements conservatifs qui ralentiront la progression de la maladie. Nous avons pu mettre en évidence lors d'études récentes que l'imagerie photoacoustique pouvait s'avérer être une technique d'imagerie quantitative pertinente, possédant notamment une sensibilité suffisante pour évaluer avec précision le stade d'avancement de la maladie.

Cette technique, dont l'utilisation en médecine est très récente, consiste à illuminer le tissu biologique à examiner par des impulsions laser très brèves. Ces dernières engendrent par effet thermoélastique dans le tissu des ondes mécanique qui se propagent dans le tissu et peuvent être détectées à l'aide de transducteurs. La méthode combine donc les avantages de la haute résolution de l'imagerie par ultrasons et le contraste apporté par l'imagerie optique. L'absorption de l'onde laser incidente est très dépendante de la composition du tissu et de sa propre longueur d'onde. On peut ainsi, en utilisant des longueurs d'onde dans le visible et le proche infra-rouge, rendre la méthode sensible à divers chromophores comme

le collagène et l'eau, deux des principaux composants de la matrice extracellulaire discale (MEC).

Pour remonter à ces informations à partir du signal acoustique recueilli sur le transducteur deux problèmes inverses doivent être successivement résolus pour déterminer la quantité d'énergie effectivement déposée et absorbée par le milieu biologique. Les méthodes utilisées peuvent être soit analytiques, peu efficaces ici au vu de la complexité (géométrie, hétérogénéité) du milieu, soit numériques au prix de calculs souvent très importants. Nous avons pu aborder récemment une approche par apprentissage machine supervisé qui présente le double avantage de temps de calcul beaucoup plus rapides (une fois le réseau entraîné) et d'une meilleure sensibilité au bruit en faisant une potentielle méthode de reconstruction en temps réel pour des applications cliniques.

Les premiers résultats obtenus avec une architecture de réseau de neurones convolutifs de type U Net sont très prometteurs et le travail proposé durant ce stage de fin d'études ingénieur ou de Master consistera à améliorer la technique en jouant sur la qualité du jeu de données d'entraînement, l'optimisation des couches de convolution, l'ajout de régularisation, etc.

Le candidat possède une solide formation en mécanique/acoustique et/ou en physique et une expérience en apprentissage automatique. Ce stage pourra faire l'objet d'une poursuite en thèse, selon les possibilités de financement.

[1] Metwalli et al., Probing intervertebral discs with Photoacoustics, European Congress on Biomedical Optics, Munich, 2019

[2] Da Silva, et al., Taking advantage of acoustic inhomogeneities in photoacoustic measurements, J. Biomed. Opt. 22(4), 041012 (2017).