

# Inversion de modèle et séparation de signaux de spectroscopie optique pour la caractérisation *in vivo* de tissus cutanés

**Mots clés :** peau, spectroscopie optique, fluorescence, diffusion, modèles physiques, séparation de sources.

## 1 Contexte

Les méthodes de spectroscopie optique tissulaire (aussi appelées biopsie optique) permettent de diagnostiquer de façon non invasive les lésions précancéreuses difficilement décelables en clinique. Ce diagnostic est rendu possible car certaines transformations métaboliques et morphologiques, pathologiques et précoces, modifient les propriétés optiques des tissus aux échelles cellulaire et tissulaire. Nous avons démontré l'intérêt de ces approches pour l'identification des propriétés optiques de tissus *ex vivo* et l'amélioration de l'efficacité diagnostique sur différents modèles précliniques : lésions hypertrophiques cutanées, cancer de vessie, précancers cutanés.

Les données disponibles sont des collections de signaux spectroscopiques (ou spectres d'intensité) acquis en autofluorescence et/ou en réflectance diffuse. Jusqu'à présent, nos travaux ont été consacrés au développement d'algorithmes combinant différentes méthodes d'extraction de caractéristiques et de classification supervisée. Un nouvel enjeu est d'extraire les informations discriminantes de ces signaux spectroscopiques, liées aux caractéristiques et concentrations des éléments constitutifs (absorbants, diffuseurs et fluorophores) afin de déterminer *in situ* la nature du tissu. Pour cela, l'analyse des données doit reposer sur les modèles physiques décrivant la propagation de la lumière dans les tissus.

## 2 Objectifs

La thèse proposée vise à développer une approche basée sur l'inversion de ces modèles physiques / mathématiques. Elle conduira à résoudre un problème de démixage, via une procédure de séparation de sources. Les signaux sources recherchés sont des spectres caractéristiques de l'absorption et de l'émission des chromophores et fluorophores présents dans les tissus. La séparation de sources est un problème inverse bien connu. L'originalité du problème traité vient de la non-linéarité du modèle de mélange, liée aux modèles complexes d'absorption et de diffusion de la lumière dans les tissus. Au contraire des approches aveugles, nous proposons d'imposer des contraintes sur la forme des sources, liées aux modèles physiques d'interactions lumière-tissus dont certains, déjà étudiés au CRAN (Monte Carlo direct et inverse), semblent exploitables pour décrire ces sources. La séparation permettra ainsi à la fois de reconstruire des signaux sources physiquement réalistes, et d'inférer les paramètres du tissu où la lumière se propage.

## 3 Profil du candidat recherché

Le candidat, titulaire d'un Master 2 ou d'un diplôme d'ingénieur, devra avoir des connaissances solides en mathématiques appliquées ou en traitement du signal et des images, et bien maîtriser les outils de programmation scientifique (Matlab, C/C++, *etc.*). Il devra posséder un bon niveau d'anglais, parlé et écrit.

Il devra être motivé par le développement de solutions innovantes dans le domaine de l'ingénierie pour la santé.

## 4 Encadrement et candidature

La thèse sera co-encadrée par Charles Soussen (CRAN, directeur de thèse) et Walter Blondel (CRAN). Contacter Charles Soussen ([charles.soussen@univ-lorraine.fr](mailto:charles.soussen@univ-lorraine.fr)) et Walter Blondel ([walter.blondel@univ-lorraine.fr](mailto:walter.blondel@univ-lorraine.fr)) en adressant votre CV, une lettre de motivation, une lettre de recommandation (au minimum) et vos résultats universitaires des dernières années, avec classements.