
Sujet de thèse EEA 2017

Nom du laboratoire : CREATIS
Equipe : Equipe 5 RMN et Optique
Directeur de thèse : Bruno Montcel
Comité d'encadrement : Raphaël Sablong
Contact : bruno.montcel@univ-lyon1.fr
Thématique de la thèse : Ingénierie pour le vivant

Imagerie optique hyper-spectrale clinique et préclinique

L'imagerie médicale interventionnelle et diagnostique per-endoscopique se développe comme un moyen indispensable **d'assistance pour des gestes chirurgicaux et d'exploration endo-cavitaire**. Nous cherchons à développer des méthodes innovantes **d'imagerie optique fortement résolue spectralement** afin d'accéder *in vivo* à la physiologie et la physiopathologie tissulaires par des moyens, non invasifs et non ionisants. Le champ d'applications médicales et biomédicales est vaste : pathologies cérébrales; cancer; exploration gastro-entérologique...

Objectif, verrous scientifiques et contribution(s) originale(s) attendue(s):

L'objectif est de développer des méthodes originales d'imagerie hyper-spectrale optique et basées sur la modélisation et l'optimisation du système d'acquisition dans le cadre des contraintes techniques des environnements clinique et préclinique. L'imagerie hyper-spectrale optique permet d'envisager des approches interventionnelles et endoscopiques car elle permet l'accès à des contrastes intrinsèques pertinents et dans un cadre non invasifs et non ionisants. Elle semble donc bien adaptée à la pratique clinique. Toutefois elle se confronte à plusieurs verrous liés à la compréhension et à la quantification des biomarqueurs, ainsi qu'à leur localisation spatiale. Différentes approches à la fois endoscopiques (R. Kumashiro et al. 2016 ; Herr et al., 2011, East et al., 2008, Herr et al., 2011) et en champ large (Bedard et al., 2013, Gussakovsky et al., 2010, Bjorgan et al., 2014, Sorgato et al. 2016) ont été proposé pour aborder ces problématiques. Ce sujet se propose d'aborder ces verrous à partir d'une approche originale d'optimisation de l'ensemble de la chaîne d'acquisition et de traitement de l'information à partir de la modélisation du biomarqueurs clinique d'intérêt et de son acquisition hyper-spectrale.

Programme de recherche et démarche scientifique proposée :

Le programme reposera sur les travaux préliminaires déjà engagé et publiés pour certains. D'un point de vue instrumental, le stage de Master de Louis Rapet en 2016 a permis de mettre en place un système d'imagerie hyper-spectrale validé pour une utilisation clinique au bloc opératoire de neurochirurgie. Une collaboration avec Michaël Sdika a permis de proposer un algorithme de recalage en temps de réel des vidéos acquises au bloc opératoire. Ces travaux en partie publiés à ISBI (*M. Sdika, L. Alston, L. Mahieu-Williams, J. Guyotat, D. Rousseau, B. Montcel, ISBI, IEEE 2016*) sont soumis à publication à IEEE TMI. Durant la thèse de Hugo Dorez (*H. Dorez, Sablong, R., Canaple, L., Saint-Jalmes, H., Gaillard, S., Moussata, D., et Beuf, O., MAGMA, 2016.*) un modèle animal (souris) d'inflammation du colon a été mis en œuvre pour l'exploration par IRM endoluminal et endoscopie/endomicroscopie (*D. Bujoreanu, Dorez, H., Boutegrabet, W., Moussata, D., Sablong, R., et Rousseau, D., Pattern Recognition Letters, 2017.*). A cette occasion un banc de spectroscopie optique a été développé pour l'analyse tissulaire *in vivo* (*H. Dorez, Sablong, R., Canaple, L., Saint-Jalmes, H., Gaillard, S., Moussata, D., et Beuf, O., SPIE Proc. 2015*). D'un point de vue méthodologique la collaboration établie avec David Rousseau sera approfondie, notamment en lien avec ses travaux (L. Benoit et al. *Machine Vision and Applications 2016*) qui proposent une approche d'optimisation des bandes spectrales en imagerie hyper-spectrale permettant d'intégrer les limites expérimentales et technologiques.

La démarche proposée pour cette thèse est d'explorer dans un premier temps le modèle physiologique de l'hémodynamique. Ce modèle possède de nombreuses applications d'intérêt clinique (imagerie interventionnelle fonctionnelle de l'activité cérébrale) et biomédical (imagerie endoscopique du colon chez un modèle d'inflammation chez la souris, imagerie de la re-perfusion cardiaque). Le processus d'acquisition d'une image hyper-spectrale d'un tissu biologique et de son comportement hémodynamique sera modélisé à partir des différents modèles de la littérature. L'optimisation du processus de détection et notamment le choix des bandes spectrales sera abordé en intégrant les contraintes propres aux acquisitions en milieu clinique. Des méthodes de traitement de l'information hyper-spectrale seront proposées permettant de résoudre les problématiques cliniques abordées. Dans un deuxième temps d'autres problématiques d'intérêt seront abordées de façon similaire (Imagerie interventionnelle de fluorescence pour la résection des tumeurs cérébrales).

Encadrement scientifique :

- Description du comité d'encadrement : Le comité d'encadrement fera appel à des collaborations déjà établies et fructueuse pour former une équipe rassemblant des spécialistes de chacune des composantes majeures de ce sujet de thèse : Modélisation de l'interaction lumière tissus biologiques (B. Montcel, D. Rousseau & R. Sablong) ; Traitement de l'information (D. Rousseau, M. Sdika) ; Dispositif médicaux optiques cliniques et précliniques (B. Montcel & R. Sablong); Praticiens médicaux (J. Guyotat ; D. Moussata)
- intégration au sein du laboratoire : équipe(s) impliquée(s), % de temps au sein du laboratoire: Ce sujet implique deux équipes de CREATIS ainsi que deux projets transversaux. Le doctorant sera intégré à l'équipe 5 (B. Montcel et R. Sablong) et aura des collaborations étroites avec l'équipe 2 (D. Rousseau et M. Sdika). Le sujet s'inscrit au cœur des thématiques du projet transversal O Mi God. De plus des contributions annexes intéressent le projet IDM4 sur le suivi de l'hémodynamique cardiaque *in vivo*.
- Dans le cas d'une thèse partenariale : intégration et % de temps au sein du laboratoire ou de l'entreprise partenaire : La thèse sera effectuée en partenariat avec les HCL (service de neurochirurgie D, J. Guyotat) où s'effectueront une partie importante des expériences *in vivo*.

Soutien financier :

La thèse est soutenue par une demande de bourse de l'école doctorale EEA de l'université de Lyon. Cette thèse s'inscrit dans un projet de recherche soutenu par le projet transversal O Mi Go, le Canceropôle CLARA, le Labex PRIMES (Thèse Laure Alston) et France Life Imaging. Il fait actuellement l'objet de plusieurs demandes de financement, notamment auprès de l'INCA (Physicancer).

Profil du candidat recherché :

La personne recrutée interviendra principalement sur des aspects de modélisation, d'instrumentation et de traitement du signal/image. Elle devra adapter les systèmes expérimentaux actuels, et donc avoir un goût prononcé pour les aspects instrumentaux et d'acquisitions. Enfin elle devra effectuer des expériences *in vivo* sur l'homme dans un bloc opératoire de neurochirurgie et chez le petit animal dans le cadre d'un protocole d'expérimentation. Les prérequis sont donc ceux d'un Physicien et/ou ingénieur de formation avec une spécialisation modélisation et/ou signal prononcée avec un attrait pour la pluridisciplinarité dans les domaines médical et biomédical

Objectifs de valorisation des travaux de recherche :

Ces travaux de thèse se placent dans un contexte très appliqué puisqu'ils mettront en œuvre des expériences *in vivo* sur le petit animal et dans un cadre clinique (neurochirurgie). L'objectif de valorisation est donc d'une part de renforcer le partenariat clinique avec le neurochirurgien. D'autre part de développer

des méthodes et techniques d'intérêt pour initier des partenariats industriels avec les acteurs de l'imagerie interventionnelle optique en neurochirurgie (Zeiss, Leica).

Compétences développées au cours de la thèse et perspective professionnelle :

Le candidat développera des compétences expérimentales et de modélisation dans le champ de la neuro-photonique ainsi que celles liées à la gestion d'un projet de recherche. Les perspectives professionnelles sont celles de la recherche publique et des groupes d'imagerie médicale.