

SÉMINAIRE PHOTONIQUE

Optique biomédicale :

Interactions lumières tissus-biologiques & applications en biopsie optique tissulaire in vivo

Prof. Walter Blondel

Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN)

Université de Lorraine

Nancy, France

Mardi 3 décembre 2019

10h30-12h30

ENSSAT, Lannion

138C

Résumé

La biophotonique, définie comme l'application de la photonique à la biologie et à la santé, exploite les propriétés des photons pour générer des interactions avec les tissus biologiques. Les applications scientifiques et technologiques de la lumière au domaine de la santé peuvent se décomposer en trois axes : (i) l'analyse pour la biologie/biotechnologie, avec la création et la mise au point de nouvelles classes de microscopes optiques, d'imageurs des mécanismes génétiques par bioluminescence et fluorescence, de techniques d'analyse rapide des cellules et des gènes (biopuces, biocapteurs...), (ii) les applications thérapeutiques dont les plus « classiques » sont notamment la chirurgie laser (ablation, cautérisation...), la photothérapie ou la thérapie photodynamique (PDT), (iii) les méthodes de (photo-)diagnostic qui visent à « sonder » les tissus en exploitant les variations de certaines propriétés mesurables de la lumière (absorption, fluorescence, diffusion) liées aux composantes anatomiques, biochimiques et physiologiques des tissus traversés. Ces procédés, pour la plupart atraumatiques et utilisables in vivo, ont un intérêt dans la détection précoce de maladies, l'observation des fonctions tissulaires normales et anormales et l'orientation des traitements. Les tissus biologiques sont des milieux complexes dont les caractéristiques anatomiques, physiologiques et biochimiques évoluent avec le temps et les pathologies. Ils sont inhomogènes à la fois microscopiquement (organites cellulaires, noyaux, membranes, matrices extra-cellulaires) et macroscopiquement (stratifications, vaisseaux sanguins).

Compte tenu de la taille et de l'organisation des éléments cellulaires et structuraux des tissus ces derniers représentent des milieux turbides.

Cet exposé est consacré aux méthodes de photodiagnostic pour la caractérisation in vivo des tissus biologiques. Dans le domaine allant de l'UV au proche IR, les interactions considérées sont l'absorption, la réflexion, les diffusions élastique et inélastique, et la photoluminescence (fluorescence, phosphorescence). Ces interactions sont la base de nombreuses méthodes d'imagerie microscopiques et macroscopiques et de spectroscopies qui visent à caractériser un milieu à partir de l'analyse (spectrale) des rayonnements émis par celui-ci, en réponse à une excitation lumineuse appropriée.

Dans ce domaine, les méthodes de photodiagnostic tissulaire par spectro-imagerie de réflectance font l'objet de recherches actives et d'innovations importantes en raison de nombreux atouts : rayonnements non ionisants, rapidité, non invasivité et grande sensibilité aux modifications structurelles (e.g. morphologie et orientation des cellules et des protéines de la matrice extra-cellulaire, densité nucléaire) et fonctionnelles (e.g. concentration en hémoglobine, saturation en oxygène, contenu en eau, activité métabolique) à des échelles cellulaires et tissulaires multiples (du nanomètre à plusieurs centimètres). De plus, la compacité et les coûts limités des dispositifs permettant d'accéder à cette richesse informationnelle rendent les méthodes optiques déployables dans l'environnement clinique. L'imagerie optique a donc un potentiel important pour répondre au besoin des cliniciens en termes de méthodes innovantes d'aide au diagnostic, à la décision thérapeutique et au guidage du geste chirurgical, et ainsi améliorer la prise en charge et la qualité de vie des patients, tout en réduisant les coûts pour les systèmes de santé. Cet exposé présentera notamment :

- Différentes techniques de spectro-imagerie optique et leurs applications en clinique ;
- Les notions de base associées aux propriétés optiques des tissus biologiques ;
- Des exemples de modèles de propagation de photons classiquement utilisés en optique tissulaire ;
- Une chaîne de valeur complète concernant le développement d'un système de biopsie optique pour la caractérisation de tissus cutanés, depuis les validations expérimentales précliniques jusqu'aux transferts industriel et clinique en passant par les problématiques de traitement de données étroitement associées (modélisation expérimentale, classification de données).

Walter Blondel est actuellement Professeur à l'Université de Lorraine. Il est Ingénieur diplômé de l'ESIGELEC (Rouen, promotion 1991) et titulaire du Master of Science (MSc) in optoelectronics & digital image processing de l'Université de Hertfordshire en Angleterre (1992). Lauréat de l'Agrégation de Génie Electrique en 1998, il a obtenu son doctorat en Ingénierie Biomédicale de l'Université Henri-Poincaré à Nancy en 2000.

Enseignement - Il est directeur du département des Sciences et Ingénierie pour la Santé de la Faculté de médecine et directeur du Master Ingénierie de la Santé. Au sein de la filière

Ingénierie Biomédicale de ce Master, il enseigne l'instrumentation biomédicale, l'optique biomédicale et la modélisation, le traitement de signaux et d'images.

Recherche – Chercheur au Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN, UMR 7039 CNRS-UL) depuis 2002, il est l'animateur scientifique du Groupe Interactions Rayonnements – Tissus Biologiques (IRTB) au sein du département Biologie, Signaux et Systèmes en Cancérologie et Neurosciences. Il est coordinateur du cluster de plateformes du programme Innovations Technologiques Modélisation et Médecine Personnelle (IT2MP) du CPER 2015-2020 et membre de l'équipe de coordination de l'International Research Network (IRN) Photonet entre la Chine et la France. Il est porteur de deux collaborations internationales avec l'Université de Saratov en Russie et Huazhong University of Science and Technology à Wuhan en Chine. Au cours des 10 dernières années, il a été/est Principal Investigator (PI) de plusieurs projets de recherche collaborative dans le domaine des Méthodes optiques pour la Santé (~2 M€ au total). Il est co-auteur d'une quarantaine d'articles en revues internationales et plus de 80 publications en conférences internationales. Ses domaines de recherche concernent : le développement instrumental et la validation métrologique et expérimentale de systèmes d'imagerie et de spectroscopie optiques UV-Vis-NIR, le traitement de données spectroscopiques multidimensionnelles (classification, extraction de caractéristiques, classification supervisée), le traitement d'images (recalage, mosaïquage), modélisation des interactions lumière – tissus biologiques (simulations numériques, estimation de paramètres optiques, résolution de problèmes inverses).