



Objectifs

Biophotonics deals with interactions between light and biological matter. The course is open to Physics and Biology students interested in the applications of state-of-the-art photonics to life sciences. After a short introduction to molecular physics (electronic, vibrational, and rotational motions, Born-Oppenheimer approximation, Frank-Condon principle) the optical response of molecules to optical excitations in different spectral regions (ultraviolet, visible, infrared, terahertz) will be discussed. On this basis, different imaging techniques will be reviewed including bright field microscopy, confocal microscopy, multi-photon microscopy, superresolution techniques (PALM, STED, etc.), vibrational (Raman) imaging, optical coherence tomography, etc. The course will then continue covering the field of nano-photonics for life sciences, by describing several approaches (quantum dots, metal nanoparticles, etc.) and their applications for imaging and bio-detection. In the last part of the course, after a thorough presentation of the optical properties of tissues (absorption, scattering, polarization properties) a few selected light-based biomedical techniques will be discussed. The exercises sessions will be based on presentations by the students of articles from the recent literature in the field followed by a critical discussion.

Description

La biophotonique traite des interactions entre la lumière et la matière biologique. Ce cours est ouvert aux étudiant-es de physique et de biologie qui portent un intérêt à l'état de l'art de la photonique et ses applications aux sciences de la vie.

Après une courte introduction à la physique moléculaire (mouvements électroniques, vibrationnels et rotationnels, l'approximation de Born-Oppenheimer, le principe Franck-Condon), la réponse optique des molécules à l'excitation optique dans différentes régions spectrales (ultraviolet, visible, infra-rouge, terahertz) sera discutée.

Ces bases nous permettront d'aborder différentes techniques d'imagerie incluant la microscopie en champ clair, la microscopie confocale, la microscopie non linéaire, les techniques de super résolution (PALM, STED, etc.), l'imagerie vibrationnelle (Raman), la tomographie en cohérence optique, etc.

Le cours parcourra ensuite le champ de la nano-photonique dans les sciences de la vie en décrivant des approches telles que les boîtes quantiques (quantum dots), les nanoparticules plasmoniques ainsi que leurs applications dans l'imagerie et la bio-détection.

Dans la dernière partie, après une présentation approfondie des propriétés optiques des tissus (absorption, diffusion, propriétés de polarisation), une sélection de techniques optiques biomédicales sera discutée. Les travaux dirigés prendront la forme d'un "journal club" sur la littérature spécialisée. Ainsi, les présentations réalisées par les étudiantes et étudiants seront suivies d'une discussion critique.