

**HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES  
UNIVERSITE DE LILLE 1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES**

**N° d'ordre : 42174**

**NOM/PRENOM DU CANDIDAT : SLIWA MICHEL**

Ecole doctorale : SMRE

Laboratoire/Etablissement : Laboratoire de Spectrochimie Infrarouge et Raman

Discipline : Sciences Physiques

**JURY :**

- Garant de l'habilitation :

Guy Buntinx, Directeur de Recherche, Université Lille 1, Sciences et Technologies

- Rapporteurs :

Dario BASSANI, Directeur de Recherche, Université de Bordeaux

Sandrine LEVEQUE-FORT, Directeur de Recherche, Université Paris-Saclay

Thomas GUSTAVSON, Directeur de Recherche, CEA Saclay, Université Paris-Saclay

- Examineurs :

Eric VAUTHEY, Professeur, Université de Genève

Johan HOFKENS, Professeur, KULeuven

Keitaro NAKATANI, Professeur, ENS Cachan, Université Paris-Saclay

Cyril RUCKEBUSCH, Professeur, Université Lille 1, Sciences et Technologies

**SOUTENANCE le JEUDI 1<sup>er</sup> DECEMBRE 2016, 10H30, Amphi. P.Glorieux, Bât. CERLA.**

**TITRE DE L'HDR :**

**Spectroscopie ultrarapide de molécules photo-actives**

**RESUME :**

Le développement de nouveaux matériaux photo-actifs (nanoparticules, systèmes supramoléculaires...) pour diverses applications telles que la conversion de l'énergie solaire, la bio-imagerie ou encore l'élaboration de composants pour l'électronique moléculaire en rupture par rapport à ceux existants est l'un des défis majeurs du 21<sup>ème</sup> siècle. La fabrication de ces nouveaux matériaux nécessite de pouvoir caractériser précisément la photodynamique des molécules photo-actives qui les composent. La difficulté est qu'au sein des matériaux la photodynamique des molécules dépend fortement de l'environnement, de la longueur d'onde d'excitation, et qu'il existe de nombreux intermédiaires et photoproduits dont les cinétiques multi-échelles couvrent de quelques centaines de femtosecondes à quelques millisecondes.

Un premier point concerne l'apport des spectroscopies électroniques (émission et absorption UV-Visible) et vibrationnelles (absorption IR) en temps court (de la nanoseconde à la femtoseconde) pour permettre de décrire et de rationaliser la photodynamique de nombreux systèmes d'intérêt : nanoparticules organiques photochromes et fluorescentes, complexes de cuivre pour la conversion de l'énergie solaire, systèmes bi-photochromiques, ou encore molécules à l'origine de la bioluminescence des lucioles... Un autre aspect est l'étude de la dynamique des protéines fluorescentes photo-commutables pour leur utilisation en microscopie de fluorescence super-résolue. Mon projet de recherche, qui consiste à combiner la microscopie super-résolue et la spectroscopie femtoseconde pour visualiser la dynamique des charges et les transferts d'énergie dans les nanomatériaux sera présenté en détail. Je discuterai enfin les résultats récemment obtenus qui impliquent des expériences de cristallographie avec une résolution temporelle de quelques centaines de femtosecondes.

**HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES  
UNIVERSITE DE LILLE 1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES**

**N° order: 42174**

**NAME/SURNAME OF THE CANDIDATE: SLIWA MICHEL**

Doctoral School : SMRE

Laboratory/Institution : Laboratoire de Spectrochimie Infrarouge et Raman

Discipline : Physical Science

**HDR COMMITTEE :**

- Supervisor : Guy Buntinx, Directeur de Recherche, Université Lille 1, Sciences et Technologies

- Referees :

Dario BASSANI, Directeur de Recherche, Université de Bordeaux

Sandrine LEVEQUE-FORT, Directeur de Recherche, Université Paris-Saclay

Thomas GUSTAVSON, Directeur de Recherche, CEA Saclay, Université Paris-Saclay

- Examiners :

Eric VAUTHEY, Professeur, Université de Genève

Johan HOFKENS, Professeur, KULeuven

Keitaro NAKATANI, Professeur, ENS Cachan, Université Paris-Saclay

Cyril RUCKEBUSCH, Professeur, Université Lille 1, Sciences et Technologies

**DEFENSE Thursday 1<sup>st</sup> DECEMBER 2016, 10H30, Amphi. P.Glorieux, Bât. CERLA.**

**TITLE OF THE HDR :**

**Ultrafast spectroscopy of photo-actives molecules**

**ABSTRACT :**

We are entering a new era which requires the development of new technologies based on photo-active molecules. New photo-active materials such as metal complexes, nanoparticles and supramolecular systems have attracted increasing attention as new potential materials for optical and electronic devices, solar energy conversion, photo-drug delivery and high resolution optical imaging. The synthesis, use and performance of these new photo-actives materials are limited, mainly due to the fact that their photodynamics involves several pathways dependent on the excitation wavelength, the strong influence of the environment, and the involvement of different intermediates and photo-products with time constants covering the range from femtosecond to several millisecond time-scales.

I will first report on several photo-active molecules such as photochromic and fluorescent organic nanoparticles, copper complexes for solar energy conversion, bi-photochromic systems or bioluminescent complexes... I will show how time-resolved spectroscopy, from UV-Vis to IR domain, and from nanosecond to femtosecond time-scale, coupled with multivariate data analysis, can provide rationalized description of the process investigated. Secondly I will focus on the comprehension of the dynamics of photo-switchable fluorescent proteins, which are used in super-resolved fluorescence microscopy. I will describe my project which aims to combine such microscopy and ultrafast spectroscopy for visualizing the energy and charge carrier dynamics within nanomaterials. I will also discuss recent results obtained from time-resolved serial femtosecond crystallography experiments. This technique has the potential to structurally resolve details of ultrafast reactions allowing crucial intermediates which control the photo-reaction yield to be characterized.