

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

N° d'ordre :42327

NOM/PRENOM DU CANDIDAT : Mercier Xavier

Ecole doctorale : SMRE

Laboratoire/Etablissement : Physicochimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère (PC2A)

Discipline : Physique

JURY :

- Garant de l'habilitation : Pascale Desgroux (PC2A – Villeneuve d'Ascq)
- Rapporteurs :
Brigitte Attal-Trétout (ONERA – Palaiseau)
Klaus Peter Geigle (DLR – Stuttgart)
Christophe Laux (EM2C - Ecole Centrale Paris)
- Examineurs :
Philippe Dagaut (ICARE – Orléans)
Jean-François Pauwels (PC2A – Villeneuve d'Ascq)

SOUTENANCE : 03 mars 2017, Amphithéâtre Pierre Glorieux, Bâtiment Cerla, 14h00

TITRE DE L'HDR :

**Développement et utilisation de techniques lasers pour la
mesure d'espèces réactives formées dans les flammes**

RESUME :

Ce mémoire d'HDR relate les principaux travaux de recherche auxquels j'ai participé depuis ma thèse en lien avec le développement et la mise en œuvre d'outils spectroscopiques de haute sensibilité pour la mesure d'espèces gazeuses et particulaires formées dans les processus de combustion. J'y aborde notamment l'utilisation de la technique Cavity Ring-Down Spectroscopy (CRDS) pulsée pour les études de flammes. Cette technique, de par son excellente sensibilité, a permis la mesure quantitative d'espèces radicalaires inaccessibles par d'autres méthodes et ainsi apporté des informations précieuses pour la compréhension des mécanismes chimiques de flamme. La fluorescence induite par laser (LIF) occupe également une place de choix au sein des méthodes optiques utilisées pour les études de flamme. L'utilisation de cette technique, très complémentaire du CRDS pour les études de flammes, est également présentée dans ce mémoire à travers quelques résultats significatifs obtenus au moyen de ces deux méthodes. Par ailleurs, je relate l'utilisation de cette méthode dans sa version imagerie (PLIF – Planar laser induced fluorescence) dans le cadre d'études liées à des problématiques de combustion diphasique (inflammation de gouttelettes).

Depuis plusieurs années maintenant, l'équipe au sein de laquelle je travaille a développé une activité de recherche fortement tournée vers l'étude de flammes génératrices de particules de suies. Une partie des ces travaux de recherche sont présentés dans la dernière partie de ce mémoire. J'y relate notamment la technique JCLIF (Jet cooled Laser Induced Fluorescence) que nous avons spécifiquement développée pour la mesure des HAPs (hydrocarbures aromatiques polycycliques) formés dans les flammes et la méthode LII (Incandescence induite par laser) qui permet la détection des particules de suies. L'objet principal de ces travaux est de fournir des données quantitatives pour permettre le développement de mécanismes chimiques visant à améliorer la connaissance sur les processus mis en œuvre dans la formation des particules de suie dans les flammes.

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

N° order :42327

NAME/SURNAME OF THE CANDIDATE : Mercier Xavier

Doctoral School : SMRE

Laboratory/Institution : Physicochimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère (PC2A)

Discipline : Physique

HDR COMMITTEE :

- Supervisor : Pascale Desgroux (PC2A – Villeneuve d'Ascq)
- Referees : Brigitte Attal-Trétout (ONERA – Palaiseau)
Klaus Peter Geigle (DLR – Stuttgart)
Christophe Laux (EM2C - Ecole Centrale Paris)
- Examiners : Philippe Dagaut (ICARE – Orléans)
Jean-François Pauwels (PC2A – Villeneuve d'Ascq)

DEFENSE : 03 mars 2017, Amphithéâtre Pierre Glorieux, Bâtiment Cerla, 14h00

TITLE OF THE HDR :

**Development and implementation of laser techniques for the
measurement of reactive species formed in flames**

ABSTRACT :

This HDR thesis describes the main research projects I have participated in since my thesis related to the development and implementation of high sensitivity spectroscopic tools for the measurement of gaseous and particulate species formed in combustion. In particular, I discuss the use of the pulsed Cavity Ring-Down Spectroscopy (CRDS) technique for flame studies. This technique, thanks to its excellent sensitivity, allowed the quantitative measurement of radical species inaccessible by other methods and thus provided valuable information for understanding the chemical mechanisms of flames. Laser-induced fluorescence (LIF) is another major technique among the optical methods used for flame studies. This technique, which is very complementary to the CRDS for flame studies, is also presented in this thesis. Some of the most significant works I have had the opportunity to participate are presented in this thesis. In addition, I describe the use of this method in its imaging version (PLIF - Planar laser induced fluorescence) related to the studies of diphasic combustion (inflammation of droplets).

For several years now, the team in which I work has developed a research activity strongly focused on the study of flames generating soot particles. Part of this research project is presented in the last section of this manuscript. In particular, I discuss about the use of the JCLIF (Jet Cooled Laser Induced Fluorescence) technique which we have specifically developed for the measurement of PAHs (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) formed in flames and LII (Laser induced incandescence) method which enables the measurement of soot particles. The main purpose of this research activity is to provide quantitative data to allow the development of chemical mechanisms to improve the knowledge of the processes involved in the formation of soot particles in flames.