

DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LILLE 1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES

N° d'ordre : 42379

NOM/PRENOM DU CANDIDAT : IRIMIEA Cornelia

Ecole doctorale : Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement

Laboratoire : Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et Molécules et Laboratoire de Physico-Chimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère

Discipline : Optique et Lasers, Physico-Chimie et Atmosphère

Si cotutelle, établissement partenaire :

JURY :

- Directeur(s) de thèse : Cristian FOCSA et Eric THERSEN
- Rapporteurs : Klaus Peter GEIGLE et Frédéric AUBRIET
- Examineurs : Pascale DESGROUX, Philippe PARENT, Hassan SABBAAH et Yvain CARPENTIER

SOUTENANCE : 19 mai 2017 à 13h30 au Bâtiment CERLA, amphithéâtre Pierre Glorieux

TITRE DE LA THESE :

Caractérisation de particules de suies et de leurs précurseurs par couplage de techniques laser

RESUME :

Les processus de combustion ont un impact important sur la qualité de l'air, le climat ou l'utilisation des sources d'énergie. Malgré les progrès réalisés pour une combustion plus propre, les chemins réactionnels conduisant à la formation des polluants (notamment des particules de suie) ne sont pas encore complètement élucidés. L'objectif de ce travail est d'étudier la formation des suies et de leurs précurseurs dans des flammes de laboratoire pour une meilleure compréhension fondamentale des mécanismes impliqués dans la transition de la phase gaz à la phase particulaire. Le même objectif est poursuivi dans des campagnes de terrain pour évaluer l'impact potentiel des propriétés de surface des suies sur l'environnement. Nous utilisons des techniques d'analyse in-situ (incandescence et fluorescence induites par laser) et ex-situ (spectrométrie de masse couplée à la désorption laser ou ionique) pour mettre en évidence des propriétés spécifiques des suies et de leurs précurseurs. L'évolution de l'indice de réfraction complexe avec le stade de la combustion est mesurée, et ses implications sur la physico-chimie de la flamme et sur les techniques analytiques sont discutées. Une nouvelle méthode de détection basée sur l'excitation simultanée de la suie et des précurseurs à une seule longueur d'onde est proposée. La composition chimique de surface des suies émises par des moteurs utilisés dans les transports terrestres et aériens est également analysée. Des méthodes statistiques multivariées sont utilisées pour identifier des tendances communes et des différences dans les échantillons étudiés, en faisant ressortir l'influence du carburant ou des paramètres de combustion.

DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LILLE 1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES

N° order: 42379

NAME/SURNAME OF THE CANDIDATE: IRIMIEA Cornelia

Doctoral School : Science of Matter, Radiation and Environment
Laboratory : Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et Molécules et Laboratoire de Physico-Chimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère
Discipline : Optics and Lasers, Physical Chemistry, Atmosphere
In case of co-tutorial thesis, provide the partner institution :

THESIS COMMITTEE :

- Thesis supervisor(s) : Cristian FOCSA and Eric THERSEN
- Referees : Klaus Peter GEIGLE and Frédéric AUBRIET
- Examiners : Pascale DESGROUX, Philippe PARENT, Hassan SABBAH and Yvain CARPENTIER

DEFENSE: 19th May 2017 at 13³⁰ ; CERLA - amphitheatre Pierre Glorieux

TITLE OF THE THESIS :

Characterization of soot particles and their precursors by coupling laser-based techniques

ABSTRACT :

Combustion impacts many important aspects of our life like the air quality, the local and global climate and the use of energy sources. In the last decades, an outstanding progress towards cleaner combustion has been achieved. However, the reaction pathways leading to the formation of some pollutants, especially particulate matter (soot) resulting from incomplete combustion, are still elusive. In this work, we aim to investigate specific aspects of soot and its precursors formation in laboratory flames for a fundamental understanding of the mechanisms leading from the gas phase up to the mature particulate found in the exhausts. This objective is also pursued in field-campaigns to assess the potential impact of soot surface properties on the environment. Following this approach, experimental techniques like *in-situ* laser induced incandescence and fluorescence, and *ex-situ* laser desorption and secondary ion mass spectrometry are used to target specific properties of soot and its precursors. Notably, the evolution of the complex refractive index of soot is measured as a function of soot maturity, and the implications on both the flame physico-chemistry and the analytical techniques applicability are discussed. Additionally, a new detection method for soot and precursors based on simultaneous excitation at one wavelength is developed. In parallel, two campaigns are dedicated to the analysis of the surface chemistry of soot sampled from airplane and car exhausts. Statistical methods as multivariate analysis are used to identify patterns and differences within sets of samples by assessing the influence of the combustion parameters or the role of the fuel.