

DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LILLE 1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES

N° d'ordre :42550

NOM/PRENOM DU CANDIDAT : BETRANCOURT Christopher

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

Laboratoire : PC2A

Discipline : Energétique, thermique, combustion

Si cotutelle, établissement partenaire :

JURY :

- Directeur(s) de thèse : Mme DESGROUX Pascale et M. MERCIER Xavier
- Rapporteurs : M. YON Jérôme et M. D'ANNA Andrea
- Examineurs : M. LEGROS Guillaume et Mme MORIN Celine

SOUTENANCE : 12 décembre 2017 – 10:00 – Amphi Pierre Glorieux –CERLA - Lille

TITRE DE LA THESE :

Etude expérimentale sur la formation des suies dans des flammes laminaires prémélangées d'hydrocarbures d'intérêt automobile et aéronautique.

RESUME :

Les particules de suie émises lors de la combustion incomplète de carburants fossiles et biosourcés sont reconnues comme étant un problème environnemental et sanitaire majeur. Il est essentiel d'acquérir une compréhension fondamentale de leur formation, en particulier l'étape de nucléation qui donne naissance aux premières particules de suie appelées nucléis, afin de développer des modèles capables de prédire leur formation et d'aider à la conception de dispositifs de combustion plus efficaces et plus propres. Ce travail démontre en combinant différentes techniques expérimentales: l'incandescence induite par laser (LII), la granulométrie SMPS et la microscopie à faisceau d'ions d'hélium (HIM) que ces nucléis sont bien des suies, ont une taille comprise entre 2 et 4 nm et sont capables d'émettre un rayonnement de type corps noir. Ces nucléis ont été étudiés dans deux types de flammes prémélangées l'une dite de nucléation dans lesquelles les particules de suie formées par nucléation ne subissent aucune croissance de surface et l'autre appelée standard où ces nucléis grossissent par croissance de surface et par coagulation. Les résultats obtenus offrent une base de données expérimentale très originale pour l'amélioration des modèles cinétique de formation des suies notamment pour la phase de nucléation et ce dans différents carburants: n-butane et un mélange de n-butane et n-propylbenzene. Pour chaque carburant une flamme de nucléation et une flamme standard sont étudiées. La base de données comprend des profils d'espèces obtenus par chromatographie, profils de température mesurés par fluorescence induite par laser sur NO, les profils de fraction volumique de suies mesurés par LII et calibrés par extinction multi passage et les distributions de taille des particules de suie obtenues par SMPS et HIM. A partir de ces données, l'effet de la richesse et de la nature du carburant est analysé.

DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LILLE 1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES

N° order : 42550

NAME/SURNAME OF THE CANDIDATE : BETRANCOURT Christopher

Doctoral School : SMRE:Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement

Laboratory : PC2A

Discipline : Energétique, thermique, combustion

In case of co-tutorial thesis, provide the partner institution :

THESIS COMMITTEE :

- Thesis supervisor(s) : Mrs. DESGROUX Pascale et Mr. MERCIER Xavier
- Referees: Mr. YON Jérôme et Mr. D'ANNA Andrea
- Examiners: Mr. LEGROS Guillaume et Mrs. MORIN Celine

DEFENSE : 12 décembre 2017 – 10:00 – Amphi Pierre Glorieux –CERLA - Lille

TITLE OF THE THESIS :

Experimental study of soot formation in laminar premixed flames of fuels of interest for automobile and aeronautics: a focus on the soot nucleation process.

ABSTRACT :

Emission of soot formed from incomplete combustion of fossil fuels, biofuels and biomass is a serious concern due to harmful impact of soot on human health and environment and due to its radiative forcing on climate. Gaining fundamental understanding of soot formation, particularly the nucleation step leading to the formation of the nascent soot particles, is critical to develop reliable predictive soot models and to help the design of more efficient and cleaner combustion devices. This work demonstrates by combined Laser Induced Incandescence (LII), scanning mobility particle sizer (SMPS) and helium-ion microscopy (HIM) that nascent particles of soot in the size range of 2-4 nm exist and are able to emit a black body radiation. These nascent soot particles are investigated in nucleation premixed flames in which soot particles are essentially formed by nucleation, without growth by soot surface processes and in standard sooting premixed flames in which growth processes occur. This work provides an extensive database for improvement of kinetics modelling of sooting flames with a focus on the soot nucleation in flames. Two kinds of fuels have been selected: n-butane and mixture of n-butane and n-propylbenzene. For each fuel two flames have been studied: a nucleation and a standard sooting flames. The database consists of species profiles obtained by online gas chromatography, temperature profiles measured by Laser induced fluorescence thermometry, soot volume fraction profiles obtained by LII calibrated by cavity ring-down extinction and particles size distributions obtained in n-butane flames by SMPS and HIM. From this database effect of equivalence ratio and fuel composition is analyzed.