

PhD position at IFP Energies nouvelles (IFPEN)
in *Mechanical engineering (Fluid mechanics and Energetics)*

**Advanced modelling of soot emissions for spark
ignition engines**

Emissions of nanoparticles of direct injection gasoline and diesel engines will become a critical issue in the coming years because of the high toxicity of these particles. For Diesel engines, 3D modeling of soot emissions has been studied in previous thesis at IFPEN, which allowed to develop a sectional model of soot now available in the RANS CFD code IFP-C3D.

The aim of this PhD thesis is to propose an equivalent formulation for Spark Ignition (SI) engines. In SI engines, soot may be formed 1 / inside the premixed flame, 2 / in a diffusive combustion mode when strong equivalence ratio stratifications exist and 3 / in a pool fire when film deposition is formed. Modes 2 and 3 essentially correspond to the model developed for the diesel engine, i.e., a soot formation in volume or in diffusion flame structures. Conversely, for mode 1, there is no available model at IFPEN and a very few studies exist in the literature on this subject. Yet this mode could represent approximately 50% of soot emissions on cycle, the remaining 50% is probably from the film of fuel present in the first cold cycles.

At IFPEN, SI engine combustion is described with the ECFM flamelet approach. As in flamelet models, the chemical structure of the premixed flame is not described directly, a specific source term will need to be developed to account for the soot formation inside this structure. This model will be developed in the first place for the RANS approach, but it could easily be extended to calculate LES in the future.

Keywords: soot, modelling, RANS, Spark Ignition Engine

Academic supervisor	Dr COLIN Olivier, HdR, IFP Energies Nouvelles
Doctoral School	ED579 SMEMAG (Université Paris Saclay)
IFPEN supervisor	Dr MICHEL Jean-Baptiste, engine and vehicle simulation department, jean-baptiste.michel@ifpen.fr
PhD location	IFP Energies nouvelles, Rueil-Malmaison, France
Duration and start date	3 years, starting preferably on October 1, 2016
Employer	IFPEN
Academic requirements	University Master degree in fluid mechanics, combustion
Language requirements	Fluency in French or English, willingness to learn French
Other requirements	Programming skills (Fortran or c),

For more information or to submit an application, see theses.ifpen.fr or contact the IFPEN supervisor.

About IFP Energies nouvelles

IFP Energies nouvelles is a French public-sector research, innovation and training center. Its mission is to develop efficient, economical, clean and sustainable technologies in the fields of energy, transport and the environment. For more information, see www.ifpen.fr.

IFPEN offers a stimulating research environment, with access to first in class laboratory infrastructures and computing facilities. IFPEN offers competitive salary and benefits packages. All PhD students have access to dedicated seminars and training sessions.

Poste de thèse à IFP Energies nouvelles (IFPEN) en Mécanique des fluides et Energétique

Modélisation avancée des suies en moteur allumage commandé

Les émissions de nano-particules des moteurs injection directe essence et Diesel vont devenir un problème critique dans les années à venir en raison de la haute toxicité de ces particules. Concernant le moteur Diesel, des actions de modélisations 3D des suies ont été menées dans de précédentes thèses à IFPEN, ce qui a permis d'aboutir à un modèle de suies sectionnel aujourd'hui disponible dans le code RANS IFP-C3D.

Le but de la thèse proposée est donc de développer une approche sectionnelle des suies pour les flammes prémélangées telles qu'observées en Moteur Allumage Commandé (MAC). En MAC, les suies peuvent être formées 1/ au travers de la flamme de prémélange, 2/ en régime de combustion diffusive lorsque de fortes stratifications de richesse sont utilisées et 3/ en feux de nappe lorsqu'un dépôt de film de carburant est formé. Les modes 2 et 3 correspondent essentiellement à la modélisation développée pour le moteur Diesel, à savoir, une formation des suies en volume ou dans des structures de flamme de diffusion. A l'inverse le mode 1 n'a fait l'objet d'aucune modélisation à IFPEN et très peu d'études existent dans la littérature à ce sujet. Ce mode représente pourtant environ 50% des émissions de suies sur cycle, les 50% restants étant probablement issus du film de carburant présent dans les premiers cycles à froid.

A IFPEN, la combustion en flamme prémélangée est décrite par le modèle de flamelette ECFM. Dans ce type de modèle, la structure interne de la flamme n'est pas directement décrite. De ce fait une modélisation spécifique du terme source de suies devra être développé. Ce modèle sera intégré de façon privilégiée en RANS pour la rapidité de calcul, mais pourra aisément être étendu au calcul LES à l'avenir.

Mots clefs: modélisation, combustion, suies

Directeur de thèse	Dr COLIN Olivier, HdR, IFP Energies Nouvelles
Ecole doctorale	ED579 SMEMAG de l'Université Paris Saclay
Encadrant IFPEN	Dr MICHEL Jean-Baptiste, département Modélisation Moteurs et Véhicules, jean-baptiste.michel@ifpen.fr
Localisation du doctorant	IFP Energies nouvelles, Rueil-Malmaison, France
Durée et date de début	3 ans, début de préférence : le 1 octobre 2016
Employeur	IFPEN
Qualifications	Diplôme d'ingénieur ou Diplôme d'université + Master Recherche dans le domaine de la mécanique des fluides et de l'énergétique
Connaissances linguistique	Anglais
Autres qualifications	Maîtrise de la programmation C et/ou FORTRAN

Pour plus d'information ou pour soumettre votre candidature, voir theses.ifpen.fr ou contacter l'encadrant IFPEN.

IFP Energies nouvelles

IFP Energies nouvelles est un organisme public de recherche, d'innovation et de formation dont la mission est de développer des technologies performantes, économiques, propres et durables dans les domaines de l'énergie, du transport et de l'environnement. Pour plus d'information, voir www.ifpen.fr.

IFPEN met à disposition de ses chercheurs un environnement de recherche stimulant, avec des équipements de laboratoire et des moyens de calcul très performants. IFPEN a une politique salariale et de couverture sociale compétitive. Tous les doctorants participent à des séminaires et des formations qui leur sont dédiés.