

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

Simulation aux grandes échelles et modélisation de la combustion allumage commandé fortement diluée

A travers le monde, 70% des véhicules légers sont équipés de moteurs à allumage commandé (MAC). Une des technologies proposées pour réduire les émissions de CO₂ et la consommation de carburant est basée sur la réduction de la cylindrée moteur (downsizing). La thèse proposée fait partie du projet ANR MACDIL, dont le but est de contribuer au développement des MAC à haut rendement basés sur le downsizing et l'accroissement substantiel du taux d'EGR. Les outils CFD sont aujourd'hui largement utilisés par les constructeurs afin d'améliorer leur compréhension de la physique du moteur. Cependant il a été observé que les modèles de combustion tridimensionnels disponibles actuellement ne réussissent pas à reproduire le fonctionnement des moteurs downsizés à allumage commandé. Le but de cette thèse est de développer un outil de simulation aux grandes échelles (SGE) capable de prédire le processus de combustion dans ces moteurs. Plus précisément, dans les conditions de fonctionnement d'un MAC standard, les échelles turbulentes en jeu sont toujours supérieures à l'épaisseur de flamme laminaire, ce qui permet de supposer que la structure de flamme laminaire n'est pas altérée par la turbulence, correspondant à l'hypothèse dite de flammelette faite par l'ensemble des modèles de combustion turbulente. A l'inverse, dans un moteur fortement chargé et à forte dilution (moteur downsizé), la turbulence devient suffisamment intense pour que les échelles turbulentes plus petites que l'épaisseur de flamme pénètrent dans la structure de flamme. Dans ce cas, l'hypothèse de découplage chimie/turbulence des modèles de flammelette n'est plus valable. Le principal objectif de la thèse est de fournir un modèle capable de représenter ce régime de combustion. La cible concrète à atteindre est l'obtention d'une version du code AVBP permettant de reproduire de façon satisfaisante les cas fortement chargés et dilués de l'expérience de PRISME. Cet acquis sera communiqué au travers d'une ou plusieurs publications dans des revues de combustion.

Mots clefs: combustion turbulente, modélisation numérique et mathématique, simulation aux grandes échelles, moteurs à allumage commandé

Directeur de thèse	Pr Denis Veynant EM2C, Centrale Paris and Dr. Olivier Colin, IFPEN
Ecole doctorale	SMEMAG, lien sur le site
Encadrant IFPEN	Dr Karine Truffin, Département Modélisation Moteurs et Véhicules, karine.truffin@ifpen.fr
Localisation du doctorant	IFP Energies nouvelles, Rueil-Malmaison, France
Durée et date de début	Durée du stage : 4 à 6 mois, durée de la thèse : 3 ans, début de préférence : le 1 octobre 2016
Employeur	IFP Energies nouvelles, Rueil-Malmaison, France
Qualifications	Master 2 en Mécanique des fluides et /ou Energétique
Connaissances linguistique	Français courant (ou volonté d'apprendre), aisance en Anglais
Autres qualifications	Combustion, CFD, méthodes numériques et programmation (C et/ou Fortran), intérêt pour la combustion industrielle et la théorie de la combustion turbulente

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.

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

***Large-eddy simulation and modeling of highly diluted
combustion in spark-ignition engines***

The Spark Ignition (SI) engine powers 70% of light duty vehicles worldwide and should still represent 50% in 2030 (IEA scenario, 2012). One of the proposed technologies to reduce CO₂ emissions and fuel consumption is based on the downsizing. The proposed PhD thesis is part of the ANR project MACDIL, which goal is to contribute to the development of high efficiency spark ignition engines based on the downsizing and of the substantial increase of the EGR rate. CFD tools are nowadays widely used by engine manufacturers to gain understanding and develop such engines. However the three-dimensional combustion models currently lose their predictivity in downsized conditions. The aim of this study is to develop a Large Eddy Simulation (LES) tool capable of predicting the combustion process in such engines. Specifically, in standard MAC operating conditions, the flamelet hypothesis can be used, assuming that the flame thickness remains smaller than the scale eddies. On the opposite, it has been shown that the downsized MAC operates in a combustion regime, wherein the turbulence becomes sufficiently intense so that the turbulent scales smaller than the flame thickness can penetrate the flame structure. In this case, the hypothesis of decoupled chemistry and turbulence as used in the flamelet models is not valid anymore. The main aim of this thesis is to provide a combustion model able to represent this combustion regime. The concrete target to achieve is a version of the LES code AVBP able to reproduce satisfactorily the combustion in the experiments of PRISME laboratory at high pressure and dilution conditions. Modifications of the flame surface density equation and of the laminar flame speed formulation will be developed and validated by performing Direct Numerical Simulation (DNS) and LES of the experiment. This achievement will be communicated through one or more publications in combustion journals.

Keywords: turbulent combustion, numerical and mathematical modelling, large-eddy simulation, spark-ignition engines

Academic supervisor	Pr Denis Veynante EM2C, Centrale Paris and Olivier Colin, IFPEN
Doctoral School	SMEMAG, lien sur le site
IFPEN supervisor	Dr Karine Truffin, Engines and Vehicules Modeling Department, karine.truffin@ifpen.fr
PhD location	IFP Energies nouvelles, Rueil-Malmaison, France
Duration and start date	Trainee duration : 4 to 6 months, PhD duration : 3 years, starting preferably on October 1, 2016
Employer	IFP Energies nouvelles, Rueil-Malmaison, France
Academic requirements	University Master degree Fluid mechanics and/or Energetic
Language requirements	Fluency in French and English, willingness to learn French
Other requirements	Combustion, computational fluid mechanics, numerical methods and programming (C and / or Fortran), interest in the field of industrial combustion and turbulent combustion theory

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.