

InterMAC

Modélisation de l'Interaction flamme-paroi dans les Moteurs à Allumage Commandé

Résumé du projet :

Dans les Moteurs à Allumage Commandé (MAC) de technologie classique, la flamme est susceptible d'atteindre les parois par endroit dès que 30 % de la charge est consommée, ce qui se traduit par une proportion élevée de combustible qui brûle en proche voisinage des parois. Un grand nombre des évolutions techniques proposées pour améliorer le rendement énergétique des MAC - et en particulier le downsizing et l'augmentation du taux de compression qui tendent à augmenter le confinement de la charge - sont susceptibles d'accroître encore plus cette proportion. Dans l'objectif d'utiliser la simulation 3D de la combustion pour la conception de ces moteurs, il est absolument nécessaire de disposer d'une modélisation de l'interaction flamme-paroi adéquate et performante.

Le projet InterMAC propose donc un travail de recherche fondamental visant à développer de nouveaux modèles pour l'interaction flamme-paroi dans les MAC, dans le but d'améliorer la prédictivité en terme de vitesse de combustion et de flux thermiques pariétaux. Des études expérimentales et numériques détaillées de situations d'interaction flamme-paroi simplifiées, mais représentatives des conditions moteur, serviront de base au développement de modèles.

Objectifs visés par le projet :

Les modèles qui seront développés dans InterMAC concernent les trois aspects majeurs de l'interaction flamme-paroi :

- Modification de la structure de la flamme du fait de la présence de la paroi.
- Modification de l'écoulement proche-pariétal induite par la flamme.
- Modélisation innovante de l'écoulement proche pariétal.

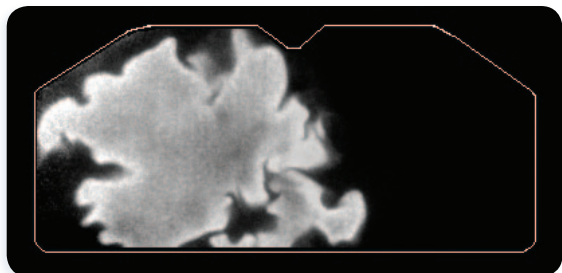


Image obtenue par LIF OH montrant la topologie 2D d'une flamme dans la chambre de combustion d'un moteur à allumage commandé

État d'avancement (Septembre 2010) :

Un travail expérimental est en cours de réalisation par le CETHIL (tâche 1). L'objectif est d'analyser, de manière locale, l'interaction flamme-paroi sur une configuration académique à pression atmosphérique : une flamme pré-mélangée stationnaire interagissant avec une plaque plane. Des visualisations de flamme (tomographie, chimiluminescence OH*) et de champs de vitesse (PIV) seront effectuées. Une simulation numérique directe (DNS) de cette expérience est réalisée en parallèle par le CORIA. La base de données expérimentale du CETHIL permettra de valider la DNS, qui sera utilisée par la suite pour analyser les mécanismes physiques et fournir des informations pour la modélisation. Le code de calcul Asphodele a été parallélisé et une validation du calcul a été réalisée sur l'expérience du CETHIL en terme de profils de température et de flux thermique.

Les expériences réalisées par l'ENSMA (tâche 2) dans une chambre isovolume permettront d'obtenir une base de données qui sera utilisée pour (1) évaluer les modèles existants et (2) valider des nouveaux modèles développés dans le cadre du projet. Des mesures du champ aérodynamique par PIV et des mesures de flux thermique aux parois ont été réalisées pour différentes conditions opératoires. Ensuite, des mesures locales (dans la zone proche paroi) seront effectuées permettant de mettre en évidence les effets de la flamme sur le flux thermique aux parois.

Une base de données expérimentale a été établie dans le cadre de la tâche 3. Des mesures de température de la chambre de combustion ont été réalisées sur un moteur à accès optique en injection indirecte essence à l'IFP. Un diagnostic innovant, la phosphorescence induite par laser, a permis de mesurer la température paroi à plusieurs endroits de la chambre (culasse, piston, soupapes, chemise). Ce diagnostic non-intrusif, capable de mesurer la température résolue au cours du cycle a été employé pour une gamme de points de fonctionnement moteur.

Un état de l'art est en cours (tâche 4) par l'IFP afin d'évaluer les modèles existants et plus particulièrement d'identifier les pistes d'amélioration pour la modélisation de l'interaction flamme-paroi. Deux axes d'amélioration sont identifiés: 1) Amélioration de la modélisation du profil de température (et vitesse) sans flamme avec la prise en compte des effets de dilatabilité, gradients de pression, écoulement transverse et 2) Prise en compte de l'effet de la flamme sur le profil de température et sur la prédiction du flux.

Durée [3 ans

Budget global [2,9 M€ (dont 1,1 M€ de financements publics)

Partenaires :



CETHIL
UMR 5008



Contact [Julian KASHDAN [IFP Energies Nouvelles [julian.kashdan@ifp.fr [+33(0)1 47 52 54 19

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE
ANR

Projet labellisé par le pôle **mov'eo**