

FICHE DE PROPOSITION DE SUJET POUR UNE CONVENTION CIFRE

Direction : DEA-MM
Service : DEA-MMF
Tuteur proposé : Frédéric RAVET

TITRE : Etude des structures de flamme d'une combustion homogène diluée dopée

1- Thème de recherche

Les orientations techniques prises pour réduire l'empreinte carbone des moteurs à allumage commandé conduisent à s'appuyer sur des concepts de combustion diluée, soit par l'air, soit par la recirculation de gaz brûlés. Ce type de combustion devient très vite instable pouvant faire perdre tout le bénéfice attendu de la dilution et la compensation par une aérodynamique interne dans le cylindre ne suffit plus. Une des solutions consiste à doper le mélange air – carburant, par un additif réactionnel dont les propriétés peuvent être exploitées afin de réduire les instabilités de combustion. A titre d'exemple, le dopage à l'hydrogène ou au monoxyde de carbone ont été explorés.

L'objectif du sujet est de construire les méthodologies de simulation qui permettent d'investiguer les structures de flamme diluée et dopées et d'en déduire l'impact sur les instabilités de combustion pour des niveaux de dilution très élevés.

2- Argumentez l'intérêt du travail de recherche pour l'Entreprise : contribution aux axes R&AE de l'entreprise et target value associée.

L'étude consiste à doter l'entreprise de moyens d'exploration numérique de concepts de combustion prometteurs en termes de réduction de l'empreinte CO₂. Il s'agit également de développer les outils de simulation dans les directions technologiques imprimées par les road-map techniques.

3- Décrivez les verrous scientifiques adressés dans cette thèse :

Les instabilités de combustion ne peuvent être approchées uniquement avec des techniques de simulation de type LES (Large Eddy Simulation ou simulation cycle à cycle). Il s'agit donc de mettre en œuvre des simulations LES de combustion avec des mélanges bi-carburés.

D'autre part, les mélanges bi-carburés interagissent entre eux d'un point chimique. Il s'agit donc de modéliser ces interactions chimiques et de déterminer une restitution simple de ces interactions pouvant être implantées dans un code de simulation LES (simulation cycle à cycle) ou RANS (simulation cycle moteur moyen).

De plus, ces interactions sont présentes à deux niveaux : les vitesses de combustion, sources des instabilités de combustion et les délais d'auto-inflammation, source du cliquetis. Il s'agit donc de déterminer une méthode de simulation qui permette d'adresser le cliquetis avec un mélange air – carburant dopé par un composé tiers. Cette méthode sera construite à partir d'investigation fine des structures de flamme en combustion diluée (flamme épaissie) et l'impact du dopant (influence du nombre de Karlovitz et de la longueur de Markstein).

Enfin, la structure de la flamme au moment de l'allumage (structure du baby-flame) dans le cas de haut niveau de dilution sera également investigué et une évolution des modélisations actuelles de formation du noyau de flamme sera construite afin de tenir compte de l'effet d'épaississement.

4 - Description des missions

- Développement d'une méthodologie de simulations, cycle à cycle (LES) ou cycle moyen (RANS) pour un mélange air – carburant dilué et dopé.
- Développement de la modélisation de l'allumage pour les combustions diluées
- Développement de cette méthodologie dans le code CONVERGE, code référence de mécanique des fluides à la direction de la mécanique.
- Développement de l'outillage chimique pour prendre en compte un mélange bi-carburants : vitesse de flamme laminaire – délai d'auto-inflammation
- Validation sur moteur (essais SWRI)

5- Compétences requises du futur thésard

➤ **Connaissances spécifiques :**

Energétique, moteurs automobiles, simulation mécanique des fluides

➤ **Formation souhaitée :**

Ecole d'ingénieurs : INSA Rouen, ECP ...

➤ **Aptitudes personnelles souhaitées :**

Rigueur scientifique, synthèse, ouverture ...

6- Avez-vous trouvé un laboratoire ?

➤ **Si oui, lequel ?**

IFPEN

➤ **Si non, quels sont les laboratoires pressentis :**