

Offre de Thèse: étude expérimentale et modélisation d'un moteur à allumage commandé hydrogène

Localisation : LHEEA, Nantes, France

Directeurs : Pr. Xavier Tazua / Pr. Alain Maiboom

Contexte

Ce sujet s'inscrit dans le cadre du projet HYMOT, financé par l'ADEME dans le cadre du PIA45 et regroupant 8 partenaires, dont Bosch, Renault, Total, IFPEN ainsi que l'Ecole Centrale de Nantes. Ce projet a pour but pratique la réalisation d'un démonstrateur de véhicule utilitaire léger utilisant un moteur à hydrogène. Sur le plan scientifique, il s'agit d'apporter de la connaissance sur le fonctionnement de ce type de moteur, en termes de combustion, émissions polluantes, suralimentation, contrôle,...

Sujet

Ce sujet de thèse concerne la décarbonation du transport routier par l'emploi d'hydrogène dans un moteur à combustion interne. Il s'agit d'une voie complémentaire à la pile à combustible à hydrogène. Les intérêts par rapport à la pile à combustible sont de s'appuyer sur une technologie déjà existante donc rapidement déployable à grande échelle et de ne pas recourir à des matériaux coûteux, ni de présenter de contrainte sur la pureté de l'hydrogène. Les défis sont le contrôle du mélange air/hydrogène (dosage, pression et température), le contrôle de la combustion, la dépollution (notamment des émissions de NOx).

Un rapide état de l'art fait apparaître de nombreuses études sur l'utilisation d'hydrogène dans les moteurs à combustion interne (allumage commandé à bougie, allumage avec bougies à préchambre, allumage par compression). Lorsque le mélange est stœchiométrique ou proche de la stœchiométrie, la température de flamme est alors très élevée, ce qui conduit à une production importante de NOx. A l'inverse, la combustion de pré-mélange avec un excès d'air important (de l'ordre de 2.5) permet de limiter considérablement la production de NOx. La difficulté pratique est d'alimenter le moteur avec un excès d'air fort pour atteindre des puissances spécifiques « standard ». Le rendement global du moteur n'est alors pas optimal. Même si l'utilisation d'hydrogène « vert » permet de décarboner le moteur à combustion interne, il convient d'en limiter sa consommation (disponibilité de l'hydrogène, coût de production et de transport,...).

L'objectif de cette thèse est d'apporter les connaissances scientifiques nécessaires, à l'interface entre l'approche système et la combustion, avec pour objectif pratique d'optimiser le rendement du moteur, tout en maintenant un très faible niveau d'émissions de NOx. Pour cela, le travail reposera :

Sur une approche expérimentale : un moteur à combustion interne à hydrogène sera installé sur un banc d'essais moteurs du laboratoire ; les paramètres de contrôle moteur (avance à l'allumage, loi d'injection, composition du mélange, dosage air/H₂,...) seront modifiés ; des changements de composants tels que l'injecteur d'hydrogène ou le rapport volumétrique de compression seront également effectués.

Sur une approche numérique : mise en place d'un modèle de moteur thermique alimenté à l'hydrogène ; implémentation et/ou calibration de modèles semi-prédictifs pour le calcul du taux de combustion, réactif aux paramètres de contrôle moteur, aux paramètres géométriques du moteur (notamment taux de compression) ; mise en place d'un modèle de production de NOx (empirique ou semi-empirique). L'objectif du modèle est d'étudier l'impact des paramètres de contrôle moteur sur le niveau de stratification de la charge air/H₂, la combustion

(dégagement de chaleur moyen et dispersions cycles à cycles), les émissions de NOx, et de pouvoir aider au choix de l'architecture (paramètres géométriques du moteur, paramètres géométriques de l'injecteur).

Contexte

Le doctorant bénéficiera d'un contrat doctoral de l'ECN, avec un co-financement HYMOT / région Pays de la Loire

Compétences requises

Le (la) candidat(e) devra avoir des compétences en :

- Thermodynamique appliquée / énergétique
- Combustion
- Moteurs à combustion interne /Machines thermiques

Les qualités requises sont :

- Autonomie
- Rigueur
- Prise d'initiatives
- Aptitude au travail d'équipe