

Titre :**Intégration de méthodologie de quantification et de réductions d'incertitudes à la Simulation système sur une application moteur à hydrogène****Durée du stage et période souhaitée :**

6 mois à partir de mars/avril 2022

Mots clés: simulation système, analyse de sensibilité et réduction d'incertitudes, moteur à allumage commandé, hydrogène.

Description du sujet :

L'hydrogène reçoit beaucoup d'attention en tant que futur vecteur d'énergie durable (AIE, 2020). L'une des priorités de la stratégie nationale est le développement de l'hydrogène comme source d'énergie renouvelable pour la mobilité, via une pile à combustible ou via sa combustion dans un moteur à allumage commandé (MAC). Cependant, des défis technologiques liés à la diversification et de la complexité des applications hybrides (par exemple, le démarrage à froid, le redémarrage ou encore les conditions de fonctionnement extrêmes) ainsi qu'au déploiement de carburants sans carbone comme l'hydrogène doivent être relevés.

Dans ce contexte, les simulations numériques 3D (CFD) sont indispensables pour fournir une prédiction précise des événements indésirables ou pour évaluer la stabilité de la combustion d'un moteur pour une gamme plus large de conditions de fonctionnement que celle testée. Cependant, un aspect problématique est qu'il est difficile de prescrire des conditions limites capables de reproduire les perturbations fines observées dans les systèmes réels. Ces perturbations, qui sont incertaines dans un sens épistémique, peuvent conduire à l'évolution et à l'émergence d'événements rares qui peuvent à leur tour affecter la performance globale du moteur. La Simulation Système (SS) permet d'appréhender le comportement du système dans sa globalité et reproduire les interactions complexes des différents organes le constituant. Par conséquent, par la SS, il est possible d'introduire des variabilités dans le système, représentatives des conditions réelles, et examiner comment elles impactent le fonctionnement moteur.

L'objectif principal de ce stage est d'intégrer des méthodologies d'analyses et de réduction d'incertitudes à la simulation système (SS) afin de déterminer les conditions limites nécessaires à la réalisation de simulations 3D plus coûteuses. Pour ce faire, ce stage sera réalisé à IFPEN et en collaboration avec le laboratoire PRISME d'Orléans dans le cadre du projet ANR ALEKCIA, qui réalise les expériences en moteur. Le travail de stage se concentrera dans un premier temps à la mise en place de calculs SS de référence à l'aide d'un simulateur Simcenter Amesim, à partir des données expérimentales d'un moteur alimenté en hydrogène (géométrie, instrumentations, conditions aux limites, mesures de pression, débits, températures, etc.). Dans un second temps, il mettra en place la méthodologie de réduction d'incertitudes et de calibration ; en particulier un choix des paramètres incertains sera défini en concertation avec PRISME. Ces paramètres, telles que la pression et la température à l'admission, les températures aux parois, les lois de levée de soupapes ou encore les paramètres des modèles de crevasse, sont associés à la description du remplissage, des pertes

thermiques ou encore du blow-by. A partir d'une distribution à priori de ces paramètres, un échantillonnage dans l'espace des paramètres sera réalisé afin d'établir un plan d'expérience (Pex). Des calculs SS seront réalisés pour chaque point du Pex fournissant les quantités d'intérêts utiles pour les analyses. Enfin des méta-modèles seront construits pour ces quantités d'intérêt, telles que la pression cylindre ou le dégagement de chaleur. Ils seront exploités pour réaliser l'analyse de sensibilité aux paramètres, la réduction d'incertitude et la calibration. Finalement des calculs SS seront réalisés avec les paramètres optimaux et comparés aux expériences pour différents points de fonctionnement. Un autre objectif et intérêt crucial du stage est qu'il fournira un support de suivi aux essais, réduisant ainsi les risques de dérives ou d'erreurs de mesures indétectables autrement.

En termes de perspectives, les outils et méthodologies développées apporteront une aide efficace avant la mise en place des simulations aux grandes échelles (LES) plus coûteuses et pour lesquelles une étude de quantification d'incertitudes aussi poussée n'est pas possible. Le savoir-faire acquis au travers de ces méthodologie pourra enfin bénéficier d'une manière générale à toute problématique système nécessitant une quantification et de réductions d'incertitudes provenant de données expérimentales.

Profil recherché :

Etudiant-e en cycle ingénieur ou en Master (Equivalent Bac +5) avec une spécialisation en mécanique des fluides et / ou mathématiques appliquées. Des connaissances en techniques UQ / optimisation et en langage C++/ Python sont souhaitables.

Le stage pourra être poursuivi par une thèse.

Renseignements pratiques :

Le stage se déroulera à IFP Energies nouvelles à Rueil-Malmaison.

Stage indemnisé.

Responsables de stage :

Dr. Karine Truffin (R116): karine.truffin@ifpen.fr

Dr. Alessio Dulbecco (R116): alessio.dulbecco@ifpen.fr

Dr. Delphine Sinoquet (R115): delphine.sinoquet@ifpen.fr

IFP Energies nouvelles

1 et 4, avenue de Bois-Préau

92852 Rueil-Malmaison Cedex

Candidature : Envoyer CV et lettre de motivation à karine.truffin@ifpen.fr et alessio.dulbecco@ifpen.fr.