



# Avis de Soutenance

Monsieur Outmane MGHANEN

Energétique

Soutiendra à huis clos ses travaux de thèse intitulés

*Etude numérique du phénomène du cliquetis: identification des paramètres physico-chimiques clés du carburant.*

dirigés par Nabiha CHAUMEIX

Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU

Unité de recherche : ICARE - Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité, Environnement

Soutenance prévue le **lundi 06 décembre 2021** à 14h30

Lieu : 1c avenue de la recherche scientifique 45100, Orléans, France

Salle : de conférence CNRS-ICARE

## Composition du jury proposé

Mme Nabiha CHAUMEIX	CNRS Orléans	Directrice de thèse
M. Laurent CATOIRE	ENSTA Paris   Institut Polytechnique de Paris	Rapporteur
M. Stefano FONTANESI	University of Modena and Reggio Emilia	Rapporteur
M. Mickaël MATRAT	IFP Energies Nouvelles	Co-encadrant de thèse
M. Stéphane CHEVILLARD	IFP Energies Nouvelles	Co-encadrant de thèse
Mme Stéphanie DE PERSIS	Université d'Orléans	Examinatrice
M. Nicolas OBRECHT	TotalEnergies	Invité

**Mots-clés :** Carburant, Simulation numérique, Cliquetis, Combustion, Moteur, Energie

## Résumé :

Dans le cadre de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, des efforts substantiels doivent être faits pour assurer la transition vers une économie propre et durable. Ce doctorat contribue à ces efforts. Il met en lumière les éléments clés pour comprendre l'action des paramètres physiques et chimiques des carburants dans les moteurs à essence par rapport au phénomène de cliquetis. Ainsi, il constitue un guide pour les ingénieurs de formulation carburant afin de proposer des carburants qui peuvent profiter pleinement d'une configuration moteur et augmenter son efficacité globale. Les propriétés physiques et chimiques du carburant sont liées, un changement dans une molécule peut induire des modifications des propriétés physiques et chimiques globales. Il est impossible de découpler les propriétés du carburant de manière expérimentale. L'approche utilisée est numérique, cependant elle nécessite une validation expérimentale à plusieurs niveaux, partant de la validation des données des entrées 3D CFD à la validation des résultats expérimentaux du moteur. L'objectif est de valider l'ensemble de la configuration numérique en utilisant un carburant de référence. Ce dernier représente un substitut simple de l'essence résistant au cliquetis par rapport aux carburants commerciaux et pour lequel les modèles de cinétique chimique sont connus. Tout d'abord, les valeurs de la vitesse de la flamme laminaire ont été mesurées en utilisant la technique de la bombe sphérique à pression atmosphérique et aux températures de 375 et 475 Kelvin, tandis que les valeurs du délai d'auto-inflammation ont été utilisées à partir de la littérature pour des pressions et températures représentatives des conditions thermodynamiques dans le moteur. Le mécanisme cinétique de POLIMI a été utilisé pour confronter les données expérimentales aux résultats numériques 0D et 1D. En outre, une corrélation de vitesse de flamme laminaire a également été développée pour l'utilisation CFD 3D. Finalement, les simulations numériques du moteur ont été validées à l'aide de différents résultats expérimentaux à plusieurs points de fonctionnement. Une fois la configuration numérique globale validée, les différents points de fonctionnement du moteur ont été utilisés pour la validation de la méthodologie RANS 3D CFD. Cette dernière, ainsi que les outils de post-traitement développés pour découpler les propriétés du carburant, représentent des outils puissants pour étudier l'action des paramètres physiques et chimiques du carburant sur le phénomène de cliquetis. La variation mono paramétrique des propriétés du carburant a été réalisée. Les valeurs de

sensibilité au cliquetis d'un large panel de propriétés chimiques et physiques ont été présentées. En outre, une analyse plus approfondie utilisant les champs CFD 3D a été réalisée et l'action des paramètres du carburant vis-à-vis du cliquetis a été expliquée. L'utilité et la faisabilité de la méthodologie RANS a été prouvée pour notre exemple d'application moteur à allumage commandé. Cependant, la méthodologie globale et les outils développés peuvent également être transposés avec des ajustements à d'autres applications industrielles pour l'amélioration de l'efficacité énergétique. En fait, les simulations RANS sont efficaces en termes de temps et peuvent être utilisées au niveau industriel. Les résultats de cette thèse sont sans précédent, ils présentent un guide pratique et avantageux à utiliser dans la formulation des carburants.