

## Avis de Soutenance

Madame Ayan MOUSSE RAYALEH

Chimie

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*Etude de l'impact de l'ajout de promoteurs d'oxydation d'hydrocarbures lourds*

dirigés par Nabih CHAUMEIX et Madame STEPHANIE DE PERSIS

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 29 avril 2024** à 14h30

Lieu : 1c avenue de la recherche scientifique, 45071 ORLEANS

Salle : de conférence d'ICARE

### Composition du jury proposé

Mme Nabih CHAUMEIX	ICARE-CNRS	Directrice de thèse
M. Remy MÈVEL	Université Tsinghua	Rapporteur
Mme Nathalie LAMOUREUX	PC2A-Université de Lille	Rapporteuse
M. Laurent CATOIRE	Ensta Paris	Examineur
Mme Stéphanie DE PERSIS	Université d'Orléans/ICARE-CNRS	Co-directrice de thèse
M. Saïd ABID	Université d'Orléans/ICARE-CNRS	Co-encadrant de thèse
M. C. Franklin GOLDSMITH	Université de Brown	Invité
Mme Margaret WOOLDRIDGE	Université de Michigan	Invitée

**Mots-clés :** Mécanismes chimique d'oxydation, flamme laminaire, Promoteurs, Hydrocarbures lourds, nanoparticules métalliques, Déflagration

### Résumé :

Les développements de la technologie des moteurs à détonation pulsée (PDE : pulsed detonation engine) ont considérablement augmenté au cours des dernières années en raison des applications viables de la technologie dans les systèmes de propulsion, la production d'énergie et d'autres systèmes d'ingénierie. De nombreuses études expérimentales, numériques et théoriques ont été menées ou sont en cours pour comprendre comment cette technologie peut être mise en œuvre dans des systèmes de propulsion pratiques. La réalisation d'un système de propulsion PDE réussi dépend de l'amélioration de sa capacité à fonctionner dans des conditions de température et de pression extrêmes inhérentes à des fréquences de tir élevées, tout en utilisant des systèmes d'allumage robustes et en atteignant une taille physique relative raisonnable. Atteindre des détonations répétitives et cohérentes pendant des durées significatives reste un obstacle majeur pour tout système PDE actuel, en raison de la pression et de la charge thermique très instables. De plus, pour accomplir le TDD (transition-déflagration-détonation) dans une longueur de tube de détonation physique réalisable (par rapport à son diamètre) met encore plus de contraintes d'ingénierie sur l'optimisation des systèmes PDE. Il existe actuellement plusieurs façons conceptuelles d'obtenir des détonations dans les systèmes PDE, qui peuvent être globalement classées en trois types : premièrement, l'utilisation de sources à haute énergie pour faire exploser les mélanges combustible-comburant directement avec divers moyens tels que des décharges d'arc à haute énergie, lasers, explosifs, etc. On pense que les décharges d'arc confèrent plus d'énergie au mélange gazeux que les systèmes d'allumage par étincelle conventionnels, dans le but d'induire rapidement le TDD. Cependant, cela n'est pas efficace et les circuits associés sont lourds et encombrants. Deuxièmement, un système hybride ou à deux étages dans lequel une quantité initiale plus faible de mélange carburant-comburant peut être utilisée pour créer un jet turbulent chaud qui se poursuit dans une autre chambre remplie du mélange carburant-comburant principal pour créer des détonations. Enfin, des sources d'allumage à faible énergie sont utilisées en conjonction avec un mécanisme d'amélioration du TDD tel que des spirales, des rainures et des obstacles le long du chemin de déflagration. Cette thèse présente des études fondamentales sur les propriétés chimiques et physiques de trois carburants d'intérêt pour les secteurs de l'énergie et de la propulsion avancés. Les études s'appuient sur des méthodes expérimentales novatrices pour combler les lacunes dans la connaissance de la chimie ou de la dynamique des gaz de chaque carburant. La première partie de l'étude se concentre sur la détermination des paramètres fondamentaux de la combustion du propane /air, propane-IPN (iso-propyle de nitrate)/air, IPN/air et propène /air. Les flammes sphériques en expansion ont été étudiées dans une bombe sphérique sur un large gamme de rapport d'équivalence pour deux températures et une pression. Ces mesures ont tout d'abord été effectuées à température ambiante (300

K). En effet, c'est à la température ambiante que la mesure est la plus facile à mettre en place et que les données de la littérature sont les plus abondantes pour les valider. Cette validation est nécessaire avant de pouvoir envisager une montée en température puis en pression par la suite. La deuxième partie se concentre sur le phénomène de la détonation et de ses propriétés intrinsèques des mêmes mélanges. Pour réaliser les travaux, un tube à choc de deux configurations (TCD:Transition-Choc-Détonation ;TDD:transition-déflagration-détonation ) ont été adoptés afin de réduire la distance et le temps de transition. En conclusion, ce projet de recherche vise à étudier l'effet sensibilisant obtenu par l'ajout d'IPN sur le propane en présence de O<sub>2</sub> et la dilution à N<sub>2</sub> dans le cadre d'applications (PDE).