

Thesis Title:

Impact of hydrogen chemical kinetics on the combustion of biofuels at high pressure

Host Laboratory:

Laboratoire DRIVE
49 rue Mademoiselle Bourgeois
58000 Nevers – France

Specialization of the Doctorate: Energetics

Keywords: Hydrogen, Biofuels, Chemical Kinetic, Combustion, Shock Tube, Premixed flame, Kinetic Modelling

Detailed Description of the Thesis:

Although the share of electric vehicles will keep growing, the demand for gasoline, kerosene and diesel to power the existing fleet of vehicles will remain substantial. This is also true for the foreseeable future, as the engines of heavy-duty vehicles, ships and planes, as well as construction machinery, emergency power generators will continue to rely on liquid fuels because of their high energy density. Biofuels, derived from biomass, are recognized as viable renewable energy sources, offering pathways for mitigating carbon dioxide (CO₂) emissions and reducing reliance on fossil fuels. Concurrently, hydrogen (H₂) is gaining prominence as a zero-carbon energy carrier, characterized by its low ignition energy, wide flammability limits, and high burning velocity. Blends of hydrogen with biofuels, termed Hydrogen-Enriched Biofuels (HEBioF), represent low-carbon fuel alternatives that are being extensively investigated as promising substitutes for conventional fuels across global land, marine, and aeronautical transportation sectors.

The primary objective of this thesis is to comprehensively investigate the influence of hydrogen chemical kinetics on the high-pressure combustion behavior of selected biofuels, simulating conditions prevalent within internal combustion engines.

This research will primarily be conducted at the DRIVE laboratory (ISAT, Université Bourgogne Europe, Nevers), complemented by a six-month experimental campaign at the PC2A laboratory (Université de Lille). Specifically, auto-ignition delay times of the biofuel/H₂ mixtures will be determined utilizing a high-pressure shock tube facility at DRIVE. Concurrently, the species formed during the combustion of biofuels in premixed flames will be characterized using gas chromatography at PC2A. The resultant experimental data will serve as a basis for the development of a detailed kinetic model, thereby enhancing the understanding of high-pressure combustion mechanisms of biofuel/H₂ mixtures. The anticipated outcomes of this project hold substantial value for evaluating the practical applicability of these fuel blends in internal combustion engines, and for advancing strategies to optimize energy efficiency and mitigate pollutant emissions associated with these future fuels.

Thesis Timeline:

0-4 months: Comprehensive literature review, utilizing academic databases (e.g., Web of Science), to inform the selection of appropriate biofuels for the study.

4-12 months: Measurement of auto-ignition delay times for biofuel/H₂ mixtures via a high-pressure shock tube at the DRIVE laboratory.

12-18 months: Characterization of species formed during the combustion of biofuels in premixed flames using gas chromatography at the PC2A laboratory

30-36 months: Thesis manuscript preparation, scientific publication dissemination, and conference presentations.

36th month: Thesis defense.

Requested Profile:

- Engineer/Master's in chemistry, energy
- Fluent in English, ability to work in a team
- Send CV, cover letter, letters of recommendation from supervisors, transcripts from the first and second year of Master's degree or last two years of engineering degree to the supervisors and thesis director.

Funding:

Application to be sent before **30/06/2025** (Interview to be scheduled around 04/07/2025)

Start of contract: October 1, 2025

Gross monthly salary: €2300

Thesis direction:

Luis Le Moyne, Full Professor
luis.le-moyne@u-bourgogne.fr

Thesis supervision: Co-supervisors:

Hong-Quan Do, Associate professor
hong-quan.do@u-bourgogne.fr

Luc-Sy Tran, Research scientist CNRS (PC2A-Univ Lille)
luc-sy.tran@univ-lille.fr

Titre de la thèse :

Impact de la cinétique chimique d'hydrogène sur la combustion de biocarburants à haute pression

Laboratoire d'accueil :

Laboratoire DRIVE
49 rue Mademoiselle Bourgeois
58000 Nevers – France

Spécialité du doctorat préparé : Energétique

Mots-clefs : Hydrogène, Biocarburants, Cinétique chimique, Combustion, Tube à choc, Flamme de prémélange, Modèle cinétique

La demande de carburants à haute densité énergétique reste importante dans différents secteurs, y compris dans le domaine des transports dans une majorité des régions du monde. Les bio-carburants issus de la biomasse ont été identifiés comme des sources prometteuses de production d'énergie renouvelable, permettant de réduire les émissions de CO₂ et la dépendance aux carburants fossiles. D'autre part, le dihydrogène est un combustible non carboné, considéré comme un vecteur énergétique pour l'avenir avec une forte capacité énergétique massique. L'association de ces deux combustibles (bio-carburant enrichi par H₂ – BioCEH₂) apparaît comme une solution alternative crédible pour de nombreuses applications de moteurs et machines thermiques à l'échelle de la planète.

L'objectif de cette thèse est de se focaliser sur l'impact de la cinétique chimique de l'hydrogène sur la combustion de bio-carburants à haute pression, dans les conditions proches de celles des moteurs thermiques.

L'activité de thèse se déroulera principalement au laboratoire DRIVE – ISAT, Université Bourgogne Europe. Une campagne de mesure d'une durée de 6 mois est prévue au laboratoire PC2A, Université de Lille. Le délai d'auto-inflammation de mélange bio-carburants/hydrogène sera mesuré au moyen d'un tube à choc au DRIVE. Les espèces issues de la combustion de bio-carburants dans des flammes de prémélange seront mesurées par chromatographie en phase gazeuse au PC2A. Les données expérimentales obtenues seront exploitées pour le développement d'un modèle cinétique détaillé qui permettra de contribuer à compréhension des mécanismes de combustion des mélanges bio-carburants/hydrogène à haute pression. Les résultats attendus du projet seront utiles pour le développement d'applications décarbonées de moteurs thermiques ainsi que pour le contrôle de l'efficacité énergétique et des émissions de polluants issus de la combustion de ces carburants du futur.

Déroulé de la thèse :

0-4 mois : Une étude bibliographique approfondie sera réalisée, s'appuyant sur des bases de données telles que Web of Sciences, pour choisir les biocarburants de l'étude.

4-12 mois : Le délai d'auto-inflammation de mélange bio-carburants/hydrogène sera mesuré au moyen d'un tube à choc au DRIVE

12-18 mois : Les espèces issues de la combustion de bio-carburants dans des flammes de prémélange seront mesurées par chromatographie en phase gazeuse au PC2A

18-30 mois : Le modèle cinétique sera développé pour valider les données expérimentales et élucider l'impact de la cinétique chimique d'hydrogène sur la combustion de bio-carburants

30-36 mois : Rédaction de la thèse, publications et communications

36ème mois : Soutenance de thèse

Profil demandé :

- Ingénieur/Master en chimie, énergétique

- Anglais courant, capacité à travailler en équipe

- Envoyer CV, lettre de motivation, lettre de recommandation de vos encadrants, bulletins de note de première et deuxième année de diplôme de Master ou deux dernières années de diplôme d'ingénieur aux encadrants et directeur de thèse.

Financement : Conseil régional Bourgogne-Franche-Comté

Dossier à envoyer avant le 30 juin 2025 (Entretien à prévoir vers le 04/07/2025)

Début du contrat : 1^{er} Octobre 2025

Salaire mensuel brut : 2300€

Direction de la thèse :

Luis Le Moyne, Dr, Professeur des universités

luis.le-moyne@u-bourgogne.fr

Encadrement de la thèse : co-encadrant(s) :

Hong-Quan Do, Dr, Maître de conférences

hong-quan.do@u-bourgogne.fr

Luc-Sy Tran, Dr, Chargé de recherche CNRS (PC2A-Univ Lille)

luc-sy.tran@univ-lille.fr