

Laboratoire : Physicochimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère
Discipline : Optique et Laser, Physicochimie, Atmosphère

NOM/PRENOM DU CANDIDAT : Lamoureux Nathalie

N° d'ordre : 41255

JURY :

Garant de l'habilitation : Pascale DESGROUX (DR CNRS) – PC2A – Université Lille1

Rapporteurs : *Brigitte ATTAL-TRETOU (DR ONERA) – Palaiseau,*
Frédérique BATTIN-LECLERC (DR CNRS) – LRGP – Université de Lorraine
Nabiha CHAUMEIX (DR CNRS) – ICARE – CNRS Orléans

Membres :

Bernard VEYSSIERE (DR CNRS) – Pprime – Université de Poitiers
Jean-François PAUWELS (Professeur) – PC2A – Université Lille1

TITRE :

Etudes expérimentales et numériques appliquées à la cinétique chimique en combustion

RESUME :

Au cours de mon parcours professionnel, les travaux de recherche que j'ai menés depuis une vingtaine d'années, sont orientés autour de la cinétique chimique en combustion tant sur le plan expérimental que numérique. J'ai réalisé des expériences dans de nombreux dispositifs d'étude en laboratoire visant à déterminer différents paramètres d'importance en combustion tels que les délais d'auto-inflammation (tube à choc), les vitesses fondamentales de flamme (bombe sphérique à inflammation centrale), ou l'étude de structure de flammes (brûleur à basse pression). Conjointement au travail expérimental, j'ai développé des compétences dans le domaine de la modélisation et simulation cinétique chimique. Depuis mon recrutement au laboratoire PC2A en 2005, mes activités de recherche se sont focalisées sur la thématique de formation des oxydes d'azote en combustion. Le mémoire HDR s'articule autour de 5 axes majeurs privilégiant l'apport personnel à leur réalisation, mettant en avant ce qui me semble être une double compétence avec d'une part la mise en œuvre de dispositifs expérimentaux et d'autre part la modélisation cinétique chimique de l'oxydation de carburant dans différents réacteurs de laboratoire.

1/ Les délais d'auto-inflammation mesurés à haute température derrière une onde de choc dans des mélanges d'hydrocarbures légers m'ont permis de caractériser que l'oxydation du gaz naturel peut être assimilée à celle d'un mélange ternaire de méthane/éthane/propane. A l'occasion de la rédaction de ce mémoire, je montre que les mélanges riches de propane/O₂ fortement dilués dans l'argon présentent une cinétique en 2 stades.

2/ La caractérisation de la sensibilité à la détonation dépend non seulement des données thermo-chimiques caractérisant les conditions physiques requises à l'obtention d'une détonation stable, mais aussi de la cinétique chimique caractérisant les distances d'induction derrière le front de détonation. La mise en place des outils de simulation cinétique m'a permis d'illustrer que la sensibilité à la détonation du gaz naturel dépend fortement de sa composition en hydrocarbures. Et dans le cas spécifique de la détonation de mélanges nitrométhane/O₂, j'ai pu corréler l'existence de sous structures et d'une cinétique chimique en 2 stades.

3/ La propension à l'accélération d'une flamme de prémélanges gazeux se propageant dans une enceinte encombrée d'obstacles répétés peut être caractérisée grâce à la connaissance de paramètres fondamentaux tels que la vitesse fondamentale de flamme. La détermination de vitesses fondamentales de flamme de mélanges H₂/air à partir de la mesure de vitesse spatiale de flamme en bombe sphérique à inflammation centrale, m'a également permis de déterminer des nombres adimensionnels tels le nombre de Lewis, de Markstein ou de Zeldovich. Leur connaissance m'a permis d'identifier des critères de seuil en deçà desquels la flamme ne peut s'accélérer fortement.

4/ Depuis mon recrutement au laboratoire PC2A, grâce à la mise en œuvre de diagnostics laser (fluorescence induite par laser et cavity-ring-down spectroscopy), j'ai pu mesurer quantitativement des espèces impliquées dans la formation du NO précoce dans les flammes. Ce travail expérimental s'appuie fortement sur la simulation spectroscopique de spectres afin de déterminer les sections efficaces d'absorption à haute température des molécules.

5/ L'obtention des profils d'espèces présentes à l'état de trace (quelques dizaines de ppb en fraction molaire) permet de reconsidérer et valider le sous mécanisme cinétique de formation du NO précoce, initié par la réaction CH+N₂=NCN+H. Des études sont conduites afin d'analyser la formation des oxydes d'azote lors de l'oxydation de composés oxygénés souvent utilisés comme additifs dans les moteurs à combustion interne.

Soutenance le 12 Décembre 2013 à 14 Heures

Lieu : Amphi PETIT ENSC Lille