

Soutenance de thèse

Béatrice FRAGGE soutiendra sa thèse de doctorat préparée au sein du laboratoire LAPLACE et intitulée «*Allumage d'une chambre de combustion par retournement temporel micro-onde*»

Le 17 mars 2022 à 10h00, Salle des Colloques – LAPLACE – Université Toulouse III – Paul Sabatier

devant le jury composé de

M. Jérôme SOKOLOFF	Maître de conférences Université Toulouse III	Directeur de thèse
M. Marc BELLENOUE	Professeur ISAE-ENSMA	Rapporteur
Mme Ana LACOSTE	Professeure Université Grenoble-Alpes	Rapporteuse
M. Olivier ROUZAUD	Ingénieur de recherche ONERA	Co-directeur de thèse
M. Eric FREYSZ	Directeur de recherche LOMA	
Mme Valérie VIGNERAS	Professeure INP Bordeaux	
M. Olivier PASCAL	Professeur Université Toulouse III	Co-encadrant de thèse
M. Mikaël ORAIN	Maître de recherche ONERA	Co-encadrant de thèse

Résumé : Cette thèse présente une nouvelle approche d'allumage des foyers aérobies basée sur le retournement temporel microonde. Dans la première partie on montre les bases de la théorie de combustion diphasique, le système d'allumage classique qu'est la bougie à arc ainsi que l'histoire et le fonctionnement du retournement temporel spécifiquement dans le cadre de cette étude. Le remplacement de la bougie à arc est un sujet largement étudié et on montre l'état de l'art des différentes approches. La première étape de notre étude est l'étude de la capacité d'un plasma crée par des micro-ondes focalisées pour allumer un carburant liquide. Cette étape est décrite par la partie II de ce manuscrit, qui traite le premier banc d'essai conçu pendant les travaux de thèse. Cette étude se fait dans une cavité résonante avec des initiateurs et un train de gouttes de carburant. On explique l'intérêt et la démarche adoptée pour la conception de ce banc d'essai avant de montrer les résultats d'allumage des gouttes d'éthanol et de kérosène. Après la démonstration de l'allumage de kérosène on passe au retournement temporel (RT) dans la troisième partie. Pour l'étude du claquage d'un plasma par RT dans l'air à pression ambiante, on a conçu un deuxième banc d'essai constitué d'une cavité multimodale de grande taille. Cette dernière partie présente la conception de la cavité ainsi que les premiers essais RT en basse puissance. Après l'optimisation du RT, on passe aux essais en puissance. On utilise à nouveau des initiateurs (SRR) pour augmenter le champ électrique. Les résultats montrent un claquage réussi avec un signal sinusoïdal et un signal RT. On finit cette partie avec les tests d'allumage d'un brouillard de kérosène avec une bougie à arc et les plasmas claqués par signal sinusoïdal et RT dans les gaps des SRRs. Pendant ces travaux de thèse, deux bancs d'essai ont été conçus à partir de zéro. On a démontré sur le premier banc la capacité d'un plasma par micro-ondes focalisées d'allumer un carburant liquide. Ensuite, on a mené des tests RT sur le deuxième banc. On a claqué des plasmas dans l'air à pression ambiante dans les deux cavités avec des initiateurs et un signal sinusoïdal. Les travaux se finissent par l'allumage réussi d'un brouillard de kérosène par RT.

Mots-clés : Allumage, Micro-onde, Retournement temporel, chambre décombustion aéronautique

Summary: In aeronautical, aerobic combustion chambers the fuel is injected in liquid phase due to reasons of performance and security. The liquid atomizes rapidly and transforms into a fog of droplets that interacts with the flow (evaporation, mixing). One of the crucial points of the mechanism is the ignition of the motor, e.g. for a cold start or extinction in flight. The classical system relies on an electrical spark plug, installed at the wall in the combustion chamber, next to a fuel injector. Concerning the certifications of civil aviation, the spark plug leads to certain questions. In particular, the unknown quantity of energy that is deposited in the flow and the relatively important part of energy that is lost to the walls. That is the reason why new devices for the ignition are in development for aerobic combustion chambers. The dissertation supports the study and characterization of an ignition system based on a microwave circuit adapted to time reversal. This principle is based on the time

reversibility of the Maxwell equations and the inversion of source and emitter. The property of reversibility exists due to the form of the equations. For the second property, the step of learning between source and receiver is necessary. This step consists of injecting different signals and collecting them at the emitter. After receiving the signals one creates a new signal that, once injected, allows focalizing energy locally, creating favorable conditions for the ignition of the two phase flow in the combustion chamber.

Keywords: Ignition, Microwave, Time reversal, Aeronautical combustion chamber