

Proposition de thèse

Titre du sujet : Comportements dynamiques des détonations en canal courbé

Noms des encadrants : Pierre VIDAL, Vincent RODRIGUEZ, Ratiba ZITOUN

Emails des encadrants : pierre.vidal@ensma.fr , vincent.rodriquez@ensma.fr , ratiba.zitoun@ensma.fr

Téléphone des encadrants : 05 49 49 81 71

Lieu de la thèse : Institut Pprime, Site ENSMA

Contrainte de nationalité : non

Début de la thèse : janvier 2017

1 Contexte

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la Chaire industrielle sur la Combustion Alternative pour la Propulsion Aérobique CAPA débutée en 2014 à l'Institut Pprime. Les turbomachines actuellement utilisées en aéronautique fonctionnent selon un cycle thermodynamique de combustion à pression constante (dit de Joule-Brayton). Bien que ces turbomachines ont fait et font encore l'objet de nombreux efforts de recherche et développement, le degré de maturité de ces systèmes semble aujourd'hui très élevé. Face aux exigences de respect de l'environnement et de réduction de la consommation, l'industrie aéronautique envisage donc l'usage de systèmes fondés sur des modes de combustion permettant de bénéficier des avantages qu'offrent les cycles thermodynamiques de combustion à volume c ou par détonation (resp. cycles de Humphrey et de Fickett-Jacobs). Pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire de maîtriser les phénomènes physiques associés à ces conditions, combinés ou non, de la caractérisation du combustible, jusqu'à la modélisation des écoulements complexes où les effets du couplage compressibilité-chimie sont prépondérants et où les temps caractéristiques, de la chimie au transport turbulent, peuvent varier de manière importante.

2 Programme de recherche

Le moteur à détonation rotative (RDE, Rotating Detonation Engine) est un concept de propulsion qui utilise la détonation comme régime de combustion. Le moteur est une chambre de combustion annulaire dans laquelle un ou plusieurs fronts de détonation se propagent autour de l'axe du système. La détonation est entretenue dans l'espace annulaire par une arrivée continue de mélange réactif de telle manière que chaque front réactif trouve un état initial compatible avec le maintien de sa propagation stable. Le RDE est actuellement à l'étude dans de nombreux pays tels que les Etats Unis, la Russie, la Chine, le Japon, la France, ...

Ce sujet s'inscrit dans le cadre d'études de faisabilité d'un moteur à détonation rotative pour la propulsion aéronautique ou spatiale.

La zone de réaction d'une détonation dans un gaz est localement instable. Le front est structuré en cellules dont la largeur moyenne est essentiellement déterminée par la cinétique chimique et les conditions initiales de pression et de température du mélange réactif considéré. Cette largeur moyenne conditionne la capacité de la détonation à se propager dans un système géométrique transversalement borné et divers régimes de propagation peuvent ainsi être sélectionnés selon la dimension transversale du système (diamètre de tube, largeur de canal, etc.). Contrairement à la géométrie rectiligne ou divergente quasi-monodimensionnelle, les conditions et les modes de propagation stable de la détonation en chambre annulaire ne sont pas encore complètement identifiés

Le travail proposé est à dominante expérimentale. Il porte sur l'analyse par la méthode des traces sur dépôt de carbone, et par strioscopie ou chimiluminescence couplées à de la cinématographique ultra-rapide, des comportements dynamiques d'une détonation dans un canal courbé de section carrée ou rectangulaire, lequel peut donc être vu comme une chambre de RDE « mono-coup ». Son objectif est d'étudier séparément ou de manière combinée certains des effets présents dans une chambre de RDE, soit

1. la courbure du canal
2. la section du canal
3. diverses contraintes géométrique internes

On cherchera à déterminer comment ces paramètres influent sur la dynamique et les limites de propagation. Une attention particulière sera portée à la qualification de ces limites par l'analyse de la structure cellulaire du front.