

Effets des caractéristiques du brouillard sur les performances de la combustion

Lyes TARABET^{1*}, Toufik BELMRABET¹, Samir HANCHI¹

¹ Ecole Militaire Polytechnique, M1 BP 17 Bordj El Bahri - Alger. Algérie

*(auteur correspondant : lyes_tarabet@yahoo.fr)

Résumé -L'étude présentée concerne la simulation numérique de la combustion turbulente non prémélangée du pentane (C_5H_{12}) à l'état brouillard avec l'air dans la chambre d'un moteur aéronautique. La configuration que nous avons abordée est celle d'une chambre de combustion annulaire avec 12 dômes d'injecteurs équi-espacés le long de la circonférence. Comme la chambre présente une forme de révolution, le domaine de calcul choisi ne porte que sur une portion de 30° . Toute la chambre est maillée en structuré. La combustion du brouillard se produit dans un système tridimensionnel et stationnaire avec un écoulement turbulent diphasique, et avec une chimie rapide en prenant en compte l'équilibre chimique de 11 espèces : C_5H_{12} , CH_4 , CO , CO_2 , H_2 , $H_2O(g)$, $H_2O(l)$, O_2 , OH , $C(s)$ et N_2 . L'interaction chimie-turbulence est modélisée par le modèle Pdf 'Béta', qui fait relier les concentrations de chaque espèce, les densités et les températures aux fractions du mélange. Les conditions opératoires utilisées varient : pour la pression d'entrée entre 0.1 et 1.2 MPa, pour la température initiale entre 400 et 650 K, et le rapport massique air/carburant entre 0.015 et 0.024.

L'objet de cette étude consiste à étudier numériquement les effets des caractéristiques du carburant en état de brouillard (vitesse d'injection, diamètres de gouttelettes, angle du cône d'injection et facteur de swirl) en évaluant l'efficacité de la combustion et la distribution du facteur d'homogénéisation de la température en sortie de la chambre. Les remarques des effets des paramètres du brouillard sur les performances de la combustion peuvent être utilisées pour guider le designer à améliorer le rendement des turbines à gaz. Ainsi, nous aurons :

-Une vitesse d'injection du brouillard plus élevée augmente l'efficacité de la combustion et améliore la distribution de température en sortie.

-Les brouillards ayant des diamètres de gouttes plus petits ont des taux d'évaporation plus importants. Par contre, du fait que leurs quantités de mouvement soient plus petites, la vapeur du carburant n'est pas uniformément distribuée dans la zone de combustion. Ceci est dû au faible mélange entre les gouttes et les gaz qui les entourent. Par contre pour des brouillards avec des diamètres plus importants, le mélange est plus intense mais le taux d'évaporation est plus petit. Il faut donc trouver un diamètre optimal de goutte qui dépend du problème traité.

-La variation du facteur de swirl entraîne une modification de la structure de la flamme. En effet quand ce facteur augmente, le brouillard est emprisonné dans la zone de recirculation. Ceci entraîne un mélange optimal des gouttes qui s'évaporent complètement et réagissent avec l'air. La flamme se réduit en longueur et s'épaissit dans la direction radiale. Il ne faut pas la aussi dépasser un certain seuil car ceci entraîne un blocage de l'écoulement et donc extinction de la flamme.

-L'angle du cône d'injection n'affecte pas la température en sortie de la chambre de manière significative. Mais pour avoir de meilleures performances, un cône d'injection large est préférable.

Mots clés: Combustion, Brouillard, Turbulence, Pdf.