



HAL
open science

Application des jets lobés au refroidissement d'une plaque chauffée (S23)

Denis Brouilliot, David Lo Jacono

► **To cite this version:**

Denis Brouilliot, David Lo Jacono. Application des jets lobés au refroidissement d'une plaque chauffée (S23). CFM 2015 - 22ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2015, Lyon, France. <hal-03446162>

HAL Id: hal-03446162

<https://hal.science/hal-03446162v1>

Submitted on 24 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Application des jets lobés au refroidissement d'une plaque chauffée

Denis BROUILLIOT^a, David Lo Jacono^b

a. Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT) 2 Allée du Professeur Camille Soula – 31400 Toulouse, denis.brouilliot@imft.fr

b. Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT) 2 Allée du Professeur Camille Soula – 31400 Toulouse, david.lojacono@imft.fr

Résumé :

Notre étude s'inscrit dans le contexte général des échanges de chaleur en aérodynamique perturbé, situation où il y a rupture de l'analogie de Reynolds entre vitesse et température. Les applications se situent dans des domaines très variés tels que le refroidissement de composants électroniques ou celui d'aubes de turboréacteur.

Le dispositif expérimental est celui d'un jet impactant. Le premier enjeu de notre étude est l'optimisation des échanges thermiques. Le second est la compréhension des phénomènes à l'origine des échanges de chaleur et de leurs améliorations. Nous avons été amenés à nous focaliser sur plusieurs paramètres : le type de buse, la distance d'impact (adimensionnée par le diamètre de la buse et noté H/D), le nombre de Reynolds.

Notre étude porte sur deux types de buses, une à géométrie circulaire utilisée dans notre cas comme référence et deux à géométrie lobée. Les trois buses possèdent un même diamètre équivalent. Pour les cas lobés, le diamètre équivalent est obtenu à partir de la section de sortie de la buse. Les buses lobées ont été élaboré sur un même modèle, elles ont ainsi en commun plusieurs dimensions caractéristiques. Les seuls paramètres qui varient d'une buse à l'autre sont le nombre et la largeur des lobes. Les buses présentées ont respectivement quatre et huit lobes. Nous avons choisi de fixer le nombre de Reynolds à 2600 afin d'observer les mécanismes physiques lorsque la distance d'impact H/D varie de 1 à 4.

Afin de répondre aux différents objectifs, nous nous sommes intéressés dans un premier temps aux échanges thermiques sur la plaque impactée et dans un second temps aux champs de vitesse observables dans le jet.

Les champs de température sont obtenus par thermographie infrarouge de la plaque d'impact. Un bilan d'énergie faisant intervenir tous les flux thermiques ayant une influence sur la plaque nous permet d'extraire le flux de convection forcé issu de l'impact du jet. Une régression linéaire de la loi de Newton sur les données de quatre flux thermiques nous donne accès aux nombres de Nusselt locaux.

D'une manière générale, pour de faibles H/D la présence de lobes dans la géométrie va engendrer une forme proche de la section de la buse avec à l'extrémité de chaque lobe un maxima du nombre de Nusselt. Lorsque la distance augmente, ce phénomène a tendance à s'estomper voir à disparaître. L'influence des lobes sur la répartition des nombres de Nusselt locaux va ainsi dépendre de la distance H/D . Lors de notre étude de différentes buses lobées, nous avons observé que le nombre de lobes joue un rôle important sur la distance d'influence de la géométrie lobée. Ainsi pour une buse à 4 lobes, ce phénomène se caractérise par une forme de croix et reste marqué pour des $H/D < 3$. Au delà de cette distance, la forme évolue vers un losange. Alors que pour une buse à 8 lobes, un genre de fleur à 8

pétales peut être observé jusqu'à $H/D < 2$. Après cette distance, nous observons une distribution des nombres de Nusselt locaux proche de celle du cas circulaire (cf.fig.1).

L'étude de la dynamique du jet a été menée par PIV 2D2C dans le plan longitudinal de l'écoulement. L'étude des buses lobées a été réalisée sur deux plans caractéristiques. Un plan entre deux lobes opposés qui est nommé plan majeur (MP) et un plan entre deux creux opposé nommé plan mineur (mp). Dans le plan mineur, nous avons constaté la présence d'un cône potentiel central et d'un puissant jet de paroi. Les champs de vitesse sont très semblables à ceux du cas de référence. Dans le plan majeur, nous avons observé la présence d'un écoulement secondaire situé au niveau des lobes. Le cône potentiel central et celui des lobes sont séparés par une forte activité tourbillonnaire. Comme elles ont une géométrie proche, les champs de vitesse des deux buses lobées possèdent des caractéristiques communes. Ainsi nous observons les mêmes profils de vitesse à l'injection, les mêmes angles d'ouverture de l'écoulement et les mêmes positions des zones turbulentes. La différence majeure entre les deux buses lobées est le profil de vitesse à l'impact de la plaque. Pour une distance d'impact $H/D < 2$, la buse à 8 lobes possède une vitesse à l'impact supérieure à celle de la buse à 4 lobes. Cela peut s'expliquer par la différence de largeur des lobes de chaque buse. Pour une distance $H/D > 3$, la tendance s'inverse. Cela provient directement du nombre de lobes. Les buses lobées génèrent à l'extrémité de chaque lobe une paire d'anneaux tourbillonnaires contra-rotatifs. Ce qui augmente les capacités de mélange de ce type de buse. Ainsi une buse possédant plus de lobes, générera plus de turbulence. Dans notre cas, le nombre de lobes a une influence importante sur les conditions d'impact. Nous pouvons trouver un lien entre les champs de vitesse et les nombres de Nusselt locaux en confrontant les maximas de vitesse radiale et les maximas de nombre de Nusselt. La position de leurs maximas coïncide, ce qui montre que les pics de vitesse sont les moteurs d'une partie du transfert thermique.

L'étude thermique a montré que la géométrie lobée améliore le refroidissement de la plaque chauffée. L'influence de la géométrie lobée sur les transferts thermiques dépend de la distance d'impact H/D et du nombre de lobes. Un nombre de lobes élevé a une forte influence pour de faibles distances alors qu'un nombre plus réduit a une influence plus faible mais sur de plus longues distances. L'étude des champs PIV a révélé des phénomènes complexes à l'intérieur du jet et à l'impact. Les éléments majeurs influençant le refroidissement sont les pics de vitesse à l'impact et les puissants jet de paroi entre les lobes.

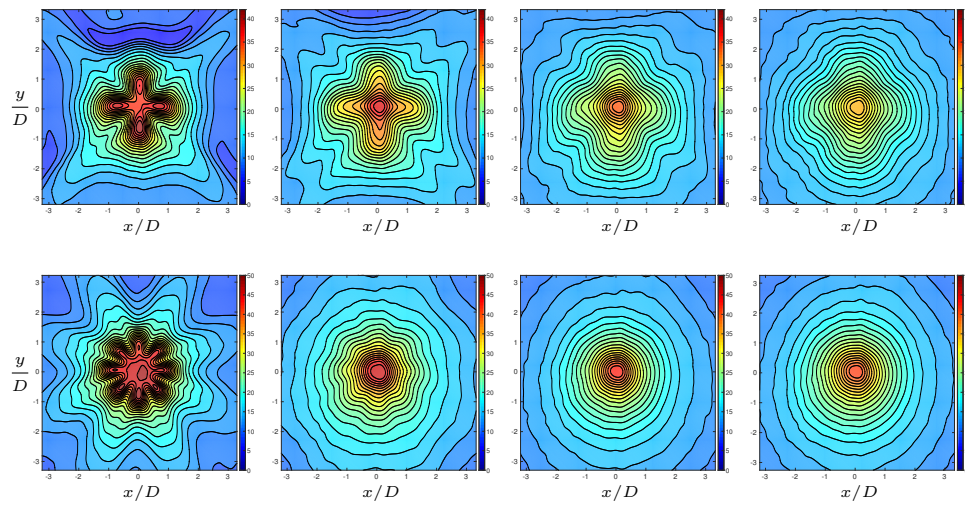


FIGURE 1 – Isocontours des nombres de Nusselt pour $Re = 2600$ pour la buse à 4 lobes (en haut) et la buse à 8 lobes (en bas). Les distances d'impact sont $H/D = 1$, $H/D = 2$, $H/D = 3$ et $H/D = 4$ (de gauche à droite).