

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DAAA-2025-25**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Meudon

Département/Dir./Serv. : DAAA / MASH

Tél. : +33 1 46 73 41 87

Responsable(s) du stage : Pierre Nibourel /
Guillaume Bégou

Email : Pierre.nibourel@onera.fr
Guillaume.begou@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Ecoulements hypersoniques

Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres

Intitulé : Simulation de la transition laminaire-turbulent sur surfaces rugueuses en hypersonique à partir d'un modèle réduit de l'état de surface

Sujet : Pour assurer une conception correcte des véhicules hypersoniques, il est important de prévoir précisément les flux thermiques à la paroi. Ces flux sont très fortement contraints par la nature de la couche limite (laminaire/transitionnelle/turbulente). Or, les mécanismes à l'origine de la transition laminaire-turbulent sont complexes et souvent mal compris.

Ce dernier point est d'autant plus vrai si l'on s'intéresse à des applications réelles (e.g. véhicule VMAX) car les protections ont tendance à s'ablater pendant le vol, créant ainsi des surfaces rugueuses sur le corps de l'objet (voir Figure 1). Ces rugosités vont avoir un impact non-négligeable sur la transition laminaire turbulente.



Figure 1 Exemple de surface ablatée sur le véhicule SV-5D [1]

L'objectif de ce stage est de réaliser des simulations numériques directes (DNS) sur un cas de plaque plane lisse dont tout ou partie sera remplacée par une surface rugueuse (voir Figure 2). La première étape de ce stage consistera à réaliser un modèle réduit représentatif d'états de surface mesurés après essai en vol par ArianeGroup. Ce modèle réduit permettra de simplifier la génération de l'état de surface et d'analyser l'impact sur la transition laminaire-turbulent d'un nombre limité de paramètres d'intérêt (longueur d'onde, amplitude). Dans un second temps, les simulations DNS sur paroi lisse et paroi rugueuse (générée via le modèle réduit) seront mises en place de sorte à pouvoir analyser l'effet de l'état de surface sur la transition.

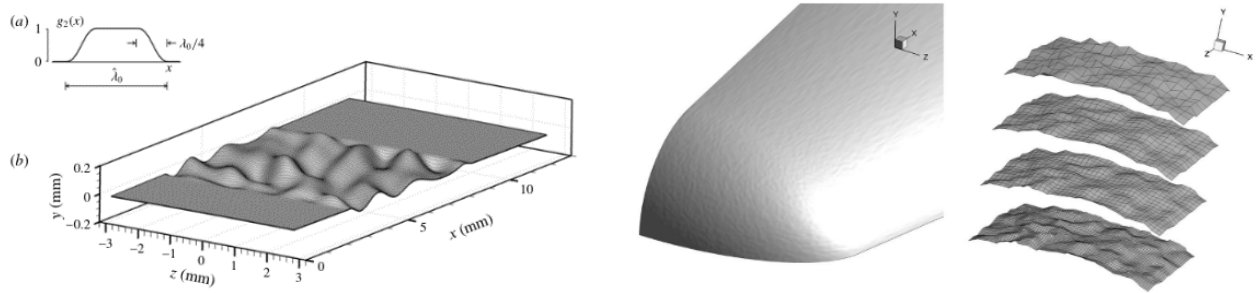


Figure 2 Exemples de domaines DNS avec rugosité [2], [3]

Ce stage pourra être suivi d'une thèse en partenariat avec ArianeGroup qui consistera à étudier numériquement l'effet de l'évolution de l'état de surface sur la transition laminaire-turbulent pour améliorer la compréhension des mécanismes mis en jeu de sorte à aboutir à des méthodes de prévision (applicables à des codes de calculs RANS pour des applications industrielles) de l'effet de l'état de surface sur la transition.

Références bibliographiques

- [1] Butler, Cassandra J., et al. "Pre-and Post-Flight Hypersonic Glide Vehicle Surface Roughness Measurements." AIAA SciTech 2022 Forum, AIAA Paper 2022-1905. 2022.
- [2] Di Giovanni, Antonio, and Christian Stemmer. "Cross-flow-type breakdown induced by distributed roughness in the boundary layer of a hypersonic capsule configuration." Journal of Fluid Mechanics 856 (2018): 470-503.
- [3] Dinzi, Derek J., and Graham V. Candler. "Direct simulation of hypersonic crossflow instability on an elliptic cone." AIAA Journal 55.6 (2017): 1769-1782.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? **Non**

Méthodes à mettre en œuvre :

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : **Oui**

Durée du stage : Minimum : 5 mois Maximum : 6 mois (sur dérogation uniquement)

Période souhaitée : mars-octobre 2025

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Mécanique des fluides, mathématiques	Ecoles ou établissements souhaités : Ecole d'ingénieur ou université
--	---