

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2026-21**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Châtillon

Département/Dir./Serv. : DOTA/HRA

Tél. : 01 46 73 48 53

Responsables du stage :
Béatrice Sorrente (ONERA), Luca Sciacovelli
(ENSAM), José Cardesa (ONERA)

Email : beatrice.sorrente@onera.fr,
jcardesa@onera.fr,
Luca.SCIACOVELLI@ensam.eu

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Maîtrise de la surface d'onde et optique adaptative

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

Intitulé : Analyse de l'aberration optique induite par les écoulements hypersoniques de paroi

Sujet :

Plusieurs types de véhicules hyper-véloces nécessitent pour leur mission des stratégies de guidage et de communication autonomes, résilientes et résistantes au brouillage, ainsi que précises et compatibles avec des points de vol très exigeants. Ce stage s'inscrit dans une étude de développement de telles stratégies. Pour ce faire, plusieurs verrous techniques et scientifiques doivent être levés en premier lieu.

Un front d'onde traversant la zone proche d'une paroi sur un corps en mouvement rencontre la couche limite, cette région mince où l'écoulement d'un fluide doit s'adapter à la condition d'adhérence. Lorsque l'écoulement atteint certaines conditions, la couche limite devient turbulente, et à très hautes vitesses elle devient compressible. La combinaison de ces deux facteurs aboutit à la formation de zones à forts gradients de masse volumique, et donc d'indice de réfraction. Toute transmission optique faite depuis ou vers un véhicule évoluant à ces régimes de vol doit alors compenser les effets provenant d'un fluide ayant un indice de réfraction qui fluctue dans l'espace et dans le temps [1-2]. Les propriétés de cette turbulence propre aux parois de véhicules hypersoniques qui évoluent dans les couches denses de l'atmosphère sont très différentes de la turbulence atmosphérique. Grâce à des données issues de simulations numériques avancées [3], ce stage permettra au candidat d'analyser des champs de masse volumique qui représentent l'état de l'écoulement hypersonique et turbulent de paroi avec un très haut degré de fidélité. Après une première étape de revue bibliographique, des calculs de propagation de front d'onde et de distorsion de phase seront effectués sur des écoulements hypersoniques « haute-fidélité » à l'aide d'outils de post-traitement parallèles développés à l'ONERA. Ces outils feront l'objet d'adaptation au format de données d'entrée. L'objectif du stage est d'identifier et de caractériser les propriétés des structures cohérentes dans la couche limite qui ont le plus fort impact sur la distorsion de phase. Pour ce faire, le stage combinera l'outil parallèle de calcul de distorsion de phase mentionné avec des algorithmes d'identification, d'extraction et de caractérisation d'objets géométriques extraits depuis les bases de données de champs fluides. La méthodologie développée et les verrous techniques levés permettront d'envisager de futures recherches sur la dépendance de la distorsion de phase aux propriétés de la couche limite.

Ce stage se déroulera en Ile de France dans le cadre du projet MIDENGRAD (ANR) et d'une étroite collaboration entre l'ONERA et l'ENSAM Paris. Le candidat, basé sur le site de Châtillon (ONERA), sera amené à interagir avec l'ENSAM (Paris) et l'équipe de l'ONERA à Toulouse.

Profil recherché :

- connaissances solides en mécanique des fluides et/ou en optique ;
- goût pour le traitement des données, la modélisation et la programmation.

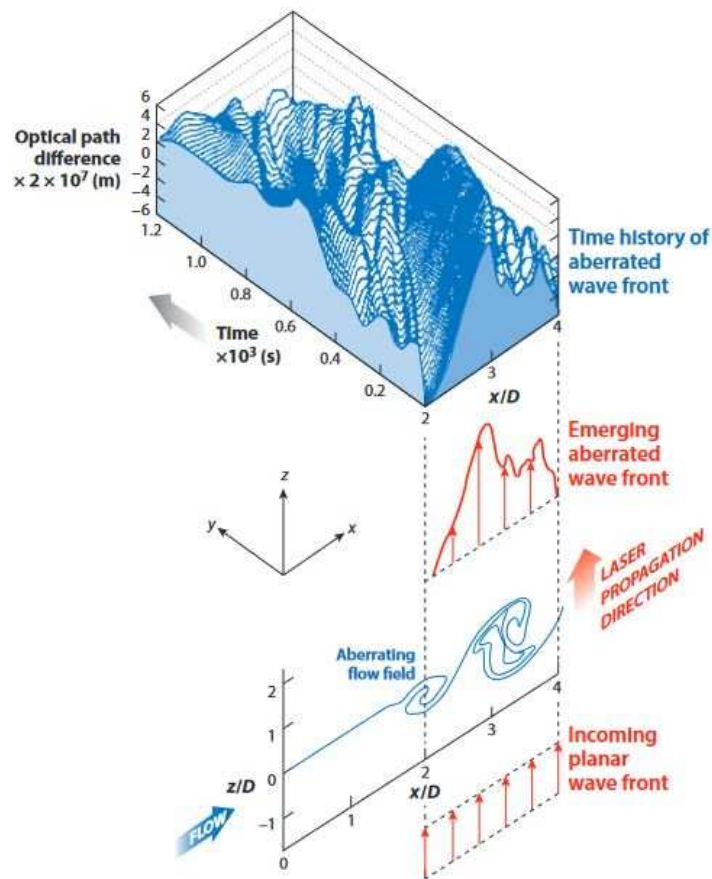


Figure 1 - Évolution temporelle de la distorsion de phase induite par un écoulement cisailé compressible sur un front d'onde. Figure reprise de [4].

Références :

- [1] Wang, M., Mani, A., & Gordeyev, S. (2012). Physics and computation of aero-optics. *Annual review of fluid mechanics*, 44(1), 299-321.
- [2] Jumper, E. J., & Gordeyev, S. (2017). Physics and measurement of aero-optical effects: past and present. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 49(1), 419-441.
- [3] Passiatore, D., Sciacovelli, L., Cinnella, P., & Pascazio, G. (2021). Finite-rate chemistry effects in turbulent hypersonic boundary layers: A direct numerical simulation study. *Physical Review Fluids*, 6(5), 054604.
- [4] Jumper, E. J., & Gordeyev, S. (2017). Physics and measurement of aero-optical effects: past and present. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 49(1), 419-441.

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

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|--|
| ☐ Recherche théorique | ☐ Travail de synthèse |
| ☒ Recherche appliquée | ☒ Travail de documentation |
| ☐ Recherche expérimentale | ☐ Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Oui

Durée du stage : Minimum : 5 mois Maximum : 5 mois

Période souhaitée : Entre février et juillet 2026

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Mécanique des fluides, optique, niveau B2 anglais	Ecoles ou établissements souhaités : Master 2 recherche ou 3ème année d'école d'ingénieur
---	--