

## Invitation à la soutenance de thèse

### CONTROLE DE TRANSITION LAMINAIRE TURBULENT PAR ASPIRATION PARIETALE A TRAVERS DES MATERIAUX POREUX INNOVANTS

**Baptiste EGRETEAU**

**20 décembre 2024 à 14h**

Auditorium, ONERA Toulouse

2 avenue Marc Pégélin, 31400 Toulouse

#### Devant le jury composé de :

M <sup>me</sup> Mathilde LAURENT BROCCQ	Institut de Chimie et des Matériaux Paris-Est	Rapportrice
M. Julien WEISS	TU Berlin	Rapporteur
M. Remy DENDIEVEL	Laboratoire SIMAP, Grenoble	Examineur
M. Éric LAURENDEAU	Polytechnique Montréal	Examineur
M. Jean-Philippe MONCHOUX	CEMES, Toulouse	Examineur
M. Fabien MÉRY	ONERA DMPE, Toulouse	Examineur
M. Marc THOMAS	ONERA DMAS, Châtillon	Examineur
M <sup>me</sup> Cécile DAVOINE	ONERA DMAS, Châtillon	Invitée

#### Résumé

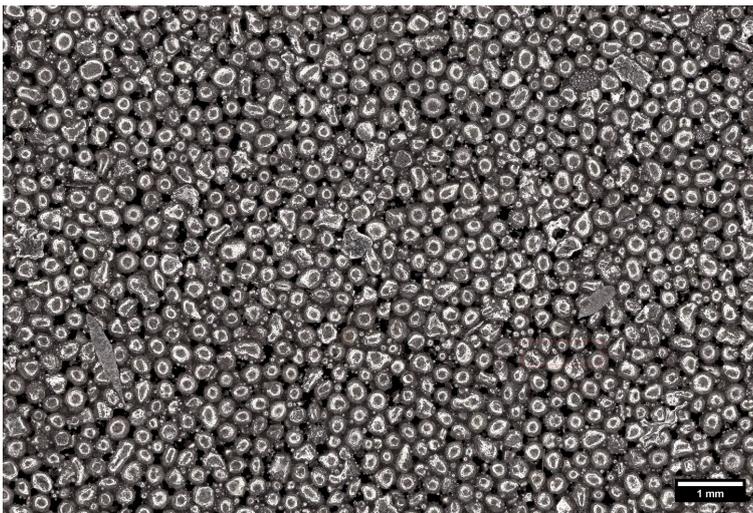
Cette thèse porte sur le développement et la mise en œuvre de matériaux perméables faits à partir de poudres métalliques pour le contrôle de transition laminaire-turbulent de la couche limite par aspiration pariétale. Cette aspiration, habituellement appliquée à travers des tôles de titane microperforées par laser, a pour but de retarder la transition de la couche limite vers le régime turbulent, et donc de réduire la traînée et ainsi de réduire la consommation de carburant des avions.

Deux procédés de fabrication différents ont été utilisés pour fabriquer de nouveaux matériaux poreux : le Spark Plasma Sintering (SPS) et la fusion laser sur lit de poudre (LPBF en anglais). Le SPS est un système de frittage assisté sous champ électrique. Il a été employé en densification partielle avec de la poudre grossière de TA6V afin de contrôler la perméabilité des matériaux via les paramètres de fabrication. Le LPBF est un procédé de fabrication additive. Il a été employé avec de la poudre d'Inconel 718 de deux manières différentes : en concevant des matériaux à structure lattice et en créant du manque de fusion par diminution de l'énergie apportée à la poudre. Ces trois familles de matériaux ont été caractérisées en mesurant leur perméabilité, la rugosité, résistance acoustique et la morphologie de leurs réseaux poreux.

La caractérisation des matériaux microporeux faits par SPS et LPBF a montré qu'il était possible de contrôler la perméabilité avec une large gamme de porosités. L'analyse de la morphologie de leurs réseaux poreux a notamment mis en lumière l'anisotropie des réseaux poreux. Pour le SPS, cette anisotropie apparaît avec une pression de frittage de 20 MPa et est favorable à l'écoulement à travers le matériau. Tandis que pour le LPBF, cette anisotropie est favorable à l'écoulement dans le plan des lits de poudre.

Cette caractérisation a permis de comparer leurs performances et choisir le procédé avec les paramètres de fabrication adéquats afin de réaliser un panneau perméable de grandes dimensions. Cette étude d'upscaling a été menée pour le LPBF en manque de fusion ainsi que le SPS, et la fabrication d'un panneau d'aspiration complet a abouti pour ce dernier procédé. Le panneau SPS est plus rugueux qu'une tôle microperforée laser, d'une perméabilité similaire et légèrement moins résistif acoustiquement.

Pour étudier la transition de la couche limite dans un écoulement 2D sans gradient de pression, une maquette type plaque plane a été conçue en y intégrant des chambres d'aspiration. Cette maquette a été installée dans la soufflerie de recherche TRIN2, dédiée aux expériences sur la transition. Dans un premier temps, la position de transition sur la plaque plane pour un cas lisse a été déterminée afin d'avoir un cas de référence. Ensuite, une tôle microperforée et le panneau SPS ont été montés successivement. La position de transition a été mesurée pour chacun de ces panneaux avec et sans aspiration. Pour les deux panneaux poreux, la position de transition sans aspiration est avancée par rapport au cas lisse. Pour la tôle microperforée, c'est principalement dû à une condition d'impédance acoustique sur-amplifiant les ondes de Tollmien-Schlichting responsables de la transition. Pour le panneau SPS, la transition est encore plus avancée, principalement à cause de la rugosité de surface. En appliquant l'aspiration pariétale, la position de transition est repoussée de la même distance par rapport à la position sans aspiration pour les deux panneaux.



*Vue de la surface du panneau poreux fait par SPS*

### Mots clés

Étude expérimentale, transition laminaire turbulent, contrôle de transition par aspiration, matériaux poreux, Spark Plasma Sintering, fabrication additive