



Étude expérimentale de perturbations fluidiques périodiques hybrides appliquées au contrôle de décollement
Experimental study of hybrid periodic fluidic perturbations applied to separation control

Soutenance de thèse –Pierre Louis SPYCHALA

Lundi 19 janvier 2026 13h00

En présentiel : **Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers**
Campus de Lille
Laboratoire de Mécanique des Fluides de Lille
8, Boulevard Louis XIV 59046 Lille
Salle : La Rochefoucauld

Lien JITSY : https://rdv.onera.fr/Soutenance_de_these_PLS
(Configuration recommandée : navigateur Chrome)

Devant le jury composé de :

Directeur de thèse :

- **M. Antoine DAZIN**, Professeur, LMFL, ENSAM

Rapporteurs :

- **M. Jacques BOREE**, Professeur, Pprime, ISAE-ENSMA
- **M. Nicolas MAZELLIER**, Professeur, PRISME, Université d'Orléans

Examineurs :

- **Mme. Caroline BRAUD**, Chargée de recherches, LHEEA, Centrale Nantes
- **M. Julien DANDOIS**, Ingénieur, ONERA/DAAA
- **M. Laurent KEIRSBULCK** Professeur, LAMIH, UPHF

Encadrants :

- **Pierrick JOSEPH**, Maître de conférences, LMFL, ENSAM
- **Jérôme DELVA**, Ingénieur, ONERA/DAAA

Résumé / Abstract :

Cette thèse a pour objet l'étude expérimentale de perturbations fluidiques périodiques à débit net nul, combinant soufflage et aspiration à amplitudes et aspects temporels indépendant, appliquées au contrôle d'écoulements décollés. Appelées « hybrides », ces perturbations constituent un intermédiaire entre les jets pulsés et synthétiques, ayant pour objectif d'atténuer les limitations de chacune des deux technologies, à savoir la nécessité de disposer d'une source de fluide pour les premiers, et l'impossibilité de modifier les paramètres temporels des phases de soufflage et d'aspiration pour les seconds. La flexibilité temporelle des jets hybrides doit en effet permettre une efficacité accrue du contrôle à masse de fluide manipulée égale, notamment en adaptant les caractéristiques temporelles de la perturbation à celle de l'écoulement à contrôler. Dans cette optique, un actionneur est d'abord développé et caractérisé afin de valider sa capacité à produire les perturbations hybrides, puis intégré en soufflerie sur une configuration d'écoulement décollé canonique de rampe descendante. Les essais de contrôle montrent que la réduction du rapport de cycle de la perturbation, c'est-à-dire de la durée de soufflage, par rapport à celui d'un jet synthétique classique, permet une réduction significativement plus importante des dimensions du bulbe décollé et une récupération de pression plus importante. Ce gain d'efficacité est notamment piloté par une injection plus importante de quantité de mouvement dans l'écoulement, agissant directement sur la couche limite amont, la couche de mélange, ainsi que les transferts de masse vers la zone décollée. L'étude de la dynamique de l'écoulement contrôlé souligne également qu'une optimisation des amplitude et fréquence de la perturbation est rendue possible par l'adaptation de la durée de soufflage aux durées caractéristiques du décollement.

The purpose of this thesis is to conduct an experimental study of zero net mass periodic fluid perturbations, combining blowing and suction with independent amplitudes and time aspects, applied to separation control. Called "hybrid", these perturbations are an intermediate between pulsed and synthetic jets, aiming at mitigating the limitations of each of the two technologies, namely the need for a fluid source for the former, and the impossibility of modifying the time parameters of the blowing and suction phases for the latter. The time flexibility of hybrid jets could indeed allow for greater control efficiency with the same amount of fluid spent, in particular by adapting the timescales of the perturbation to those of the flow to be controlled. To that extent, an actuator is first developed and characterized in order to validate its ability to produce hybrid perturbations. It is then integrated on a canonical backward-facing ramp flow configuration for wind tunnel experiments. Control tests show that reducing the duty cycle of the perturbation, i.e., the blowing duration, compared to that of a conventional synthetic jet, results in a significantly greater reduction in the dimensions of the separated bubble and greater pressure recovery. This efficiency gain is driven in particular by a greater momentum injection into the flow, acting directly on the upstream boundary layer, the mixing layer, and mass transfers to the separated region. The study of the dynamics of the controlled flow also highlights that the amplitude and frequency of the disturbance can be optimized by adapting the blowing duration to the characteristic timescales of separation.

Mots clés / Key words :

contrôle actif, décollement, soufflage, aspiration, perturbation périodique

active control, separation, blowing, suction, periodic perturbation