



**Effet de la turbulence et de la stratification sur la
dynamique des tourbillons marginaux**

Effect of turbulence and stratification on the dynamics of trailing vortices

Soutenance de thèse – Maël BENLARBI

Vendredi 12 décembre 2025 à 14h00

En présentiel : Salle AY-02-63 - ONERA/Meudon

et en distanciel : Jitsi : [https://rdv.onera.fr/12_12_2025_soutenance_Mael Benlarbi](https://rdv.onera.fr/12_12_2025_soutenance_Mael_Benlarbi)
(Configuration recommandée : navigateur Chrome)

Devant le jury composé de :

Directeur de Thèse :

- * Jean-Philippe LAVAL, Directeur de recherche CNRS, LMFL
- * Vincent BRION, Chargé de recherche ONERA, DAAA/AMES

Rapporteurs :

- * Paul BILLANT, Directeur de recherche École Polytechnique, LadHyX
- * Jan-Bert FLÓR, Directeur de recherche CNRS, LEGI

Examineurs :

- * Romain MONCHAUX, Professeur des universités ENSTA, UME
- * Julie ALBAGNAC, Maîtresse de conférences, Toulouse INP, IMFT

Encadrants :

- * Marie COULIOU, Chargée de recherche ONERA, DAAA/AMES
- * Geoffrey TANGUY, Chargé de recherche ONERA, DAAA/ELV et LMFL

Résumé / Abstract

L'effet de la turbulence et de la stratification sur la dynamique des tourbillons marginaux générés dans les sillages d'avions est étudié à l'aide de deux dispositifs expérimentaux. Une première expérience, menée dans un tunnel hydrodynamique, analyse le flottement d'un tourbillon généré par une aile NACA0012 à un nombre de Reynolds basé sur la corde de 5000, pour des niveaux de turbulence amont compris entre 1,5% et 8%. Les résultats révèlent une variation non monotone de l'amplitude du flottement, due à deux effets opposés de la turbulence incidente : elle amplifie le mouvement du tourbillon par interaction directe, mais réduit le décollement sur l'aile, limitant ainsi l'une des sources de perturbation. Une deuxième expérience, où une paire de tourbillons est générée par des volets mobiles dans une cuve à eau stratifiée en salinité, a permis d'étudier l'effet d'une stratification stable sur une paire de tourbillons contrarotatifs. Les mesures montrent que la stratification ralentit leur descente tout en accélérant leur rapprochement mutuel sous l'effet de la vorticité barocline. Ce rapprochement se traduit par une augmentation du taux de croissance de l'instabilité de Crow, pouvant atteindre jusqu'à 44% par rapport au cas non stratifié.

The effect of turbulence and stratification on the dynamics of wingtip vortices generated in aircraft wakes is investigated using two experimental setups. The first experiment, conducted in a hydrodynamic tunnel, analyzes the meandering of a vortex generated by a NACA0012 wing at a chord-based Reynolds number of 5000, for upstream turbulence intensities ranging from 1.5% to 8%. The results reveal a non-monotonic variation of the meandering amplitude, caused by two opposite effects of the incoming turbulence: it amplifies the vortex motion through direct interaction, but simultaneously reduces flow separation on the wing, thereby limiting one of the main sources of perturbation. A second experiment, in which a pair of counter-rotating vortices is generated by movable flaps in a salinity-stratified water tank, was used to study the effect of stable stratification on such a vortex pair. The measurements show that stratification slows down their descent while accelerating their mutual approach due to baroclinic vorticity. This closer interaction leads to an increase in the growth rate of the Crow instability, by up to 44% compared to the unstratified case.

Mots clés / Key words

Tourbillons de bout d'aile - Turbulence - Stratification – Sillage

Wingtip vortices - Turbulence - Stratification - Wake