

Titre en français :

Conception préliminaire d'aéronefs hybrides à décollage et atterrissage verticaux : modèle par transport de vorticité pour représenter les sillages des voilures tournantes et fixes

Titre en anglais :

Vorticity Transport Model for rotary wings aircraft: application to the predesign of advanced hybrid VTOL aircraft ([lien](#))

Directeurs de thèse :

Nom : Thomas Leweke (directeur) Pierre-Marie Basset (co-encadrant)
Tel : +33 4 13 55 20 61 +33 4 90 17 01 13
E-Mail : thomas.leweke@cnr.fr Pierre-Marie.Basset@onera.fr

Laboratoire : [IRPHE](#) UMR 7342 & [ONERA](#), Salon de Provence
La thèse se déroulera principalement à l'ONERA de Salon

Financement : Demandé

Type de financement : ONERA, complété par une bourse Région Sud – PACA

Résumé en français :

Dans le contexte du développement d'aéronefs électriques, de nombreux concepts récents incluent de multiples voilures tournantes (rotors) et voilures fixes, afin de distribuer la génération de la portance et de la propulsion et ainsi d'augmenter la mobilité aérienne (e.g. en milieu urbain, périurbain et entre des villes éloignées de quelques centaines de kilomètres). Les voilures tournantes vont permettre les décollages et atterrissages verticaux, les voilures fixes de les soulager de tout ou partie de la portance en vol d'avancement. L'interaction entre ces éléments doit être prise en compte le plus tôt possible dans la conception des aéronefs. La thèse proposée vise à utiliser une méthode basée sur le transport de la vorticité (*Vorticity Transport Method – VTM*) pour caractériser les interactions aérodynamiques entre de multiples surfaces portantes pendant la conception préliminaire de nouveaux aéronefs. Cette méthode présente un compromis intéressant entre « haute précision » et « temps de calcul réduit » pour les applications en conception/évaluation préliminaire, dynamique du vol et contrôles, et assistance au pilotage.



Cora (génération 5) – Taxi aérien autonome – Wisk Aero (<https://wisk.aero>)

Après un état de l'art sur la méthode VTM et une comparaison avec d'autres approches numériques (simulation directe ou aux grandes échelles, méthodes tourbillonnaires de type « sillage libre », modèles à nombre réduit d'états, etc.), il s'agira de l'implémenter dans un code de l'ONERA permettant de modéliser la dynamique du vol d'aéronefs dotés de voilures tournantes et de voilures fixes. Cela permettra d'étudier l'intérêt de cette approche pour l'analyse des phases de vol stationnaire (dans ou hors effet de sol), vols verticaux et basses vitesses, vols de transition vers ou depuis le vol de croisière, ainsi que les vols de descente à forte pente, pour lesquels il existe le risque d'une transition dangereuse de l'écoulement généré vers un état d'anneau tourbillonnaire (*Vortex Ring State* – VRS).

Résumé en anglais :

In the context of the development of electric aircraft, many recent concepts include multiple rotary wings (rotors) and fixed wings, in order to distribute the generation of lift and propulsion and to increase air mobility. The interaction between these elements must be taken into account as early as possible in the design of these aircraft. The proposed thesis aims at using the Vorticity Transport Method (VTM) to characterize the aerodynamic interactions between multiple lifting surfaces during the preliminary design of new aircraft. This method presents an interesting compromise between "high precision" and "reduced computation time" for applications in design/preliminary evaluation, flight dynamics and controls, and pilot assistance.

After a state of the art on the VTM and a comparison with other CFD approaches (DNS, LES, vortex methods of the "free wake" type, reduced-order models, etc.), the method will be implemented in an ONERA code modelling the flight dynamics of the aircraft equipped with any combination of rotary and fixed wings. This will allow to evaluate the relevance of this approach for the analysis of flight regimes including hover (in or out of ground effect), vertical and low-speed flights, transition flights to or from cruise conditions, as well as steep descent flights, for which there is a risk of a dangerous transition of the generated flow towards a Vortex Ring State (VRS).

Profil du candidat recherché :

Nationalité française ou de l'Union Européenne. Diplôme d'une École d'ingénieur aéronautique ou Master Recherche en mécanique des fluides. Bonne maîtrise de l'anglais (lu, parlé, écrit). Expérience en programmation sous Python.

Publications sur le sujet :

Brown, R. E., Line, A. J.: Efficient high-resolution wake modeling using the vorticity transport equation, *AIAA Journal* **43**, 1434-1443 (2005) – <https://doi.org/10.2514/1.13679>

Kim, H. W., Kenyon, A. R., Duraisamy, K., Brown, R. E.: Interactional aerodynamics and acoustics of a propeller-augmented compound coaxial helicopter, 9th American Helicopter Society Specialists' Conference on Aeromechanics, 23-25 janvier 2008, San Francisco, CA, USA – <https://strathprints.strath.ac.uk/27496/1/strathprints027496.pdf>

Brown, R. E.: Are eVTOL aircraft inherently more susceptible to the Vortex Ring State than conventional helicopters?, 48th European Rotorcraft Forum, 6-8 septembre 2022, Winterthur, Suisse – https://sophrodyne-aerospace.com/static/soph_aerospace/files/downloads/Sophrodyne_eV-TOL_VRS.pdf

Basset, P. M., Perret, R.: Failure analysis method for the presizing of multi-rotors eVTOL, 48th European Rotorcraft Forum, 6-8 septembre 2022, Winterthur, Suisse

Insertion professionnelle après thèse :

Publique (ONERA, CNRS, etc.) et/ou privée (industries).