

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DAAA-2025-42**
 (à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : ONERA Lille

Département/Dir./Serv. : DAAA / ELV

Tél. : +33 3.20.49.69.71

Responsable(s) du stage : Nicolas Vauchel

Email : nicolas.vauchel@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Exploitations des données expérimentales et numériques

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

Intitulé : Étude des vrilles oscillatoires comme cycles limites du système dynamique du vol : bifurcations et régions d'attraction

La dynamique du vol consiste à prédire la trajectoire et l'attitude d'un aéronef. Les forces et les moments appliqués par le fluide sur l'aéronef apparaissent par le biais des coefficients aérodynamiques, leur forme adimensionnée. Les dépendances de ces coefficients aux variables d'état (angle d'incidence, angle de dérapage, taux de rotation...) et aux positions angulaires des surfaces de contrôle sont traduites par des modèles de structures sélectionnées qui s'appuient sur des données provenant d'expériences en soufflerie et/ou de données issues de simulations numériques de l'écoulement autour de la géométrie.

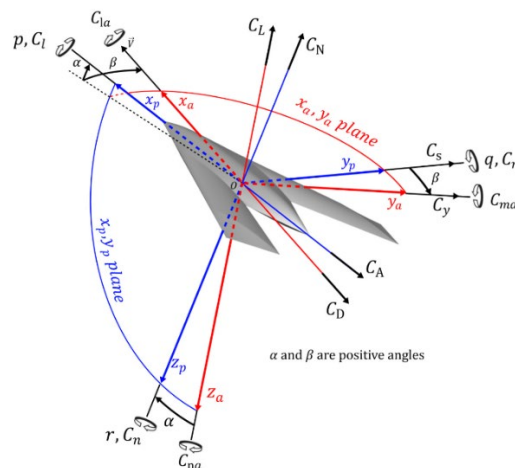


Figure 1 – Représentation schématique d'un aéronef et des différents repères utilisés en dynamique du vol (source : [1])

Le mouvement de l'aéronef est alors étudié sous la forme d'un système dynamique résultant de l'application du principe fondamental de la dynamique appliqué à l'aéronef modélisé par un solide indéformable. Les comportements observés de cet aéronef correspondent alors à des états transitoires ou à des états asymptotiques de ce système dynamique. Le stage se concentre sur les états asymptotiques, qui existent sous deux formes : les points d'équilibre et les cycles limites. Dans le domaine de vol normal, le vol en palier stabilisé correspond à un équilibre stable du système. Dans le domaine de vol post-décroché, un équilibre correspond à un comportement dangereux, comme la vrille ou le deep-stall. Les vrilles dites non-oscillatoires apparaissent comme étant des points d'équilibre du système. Les vrilles dites agitées, ou oscillatoires, correspondent quant à elles à des cycles limites.

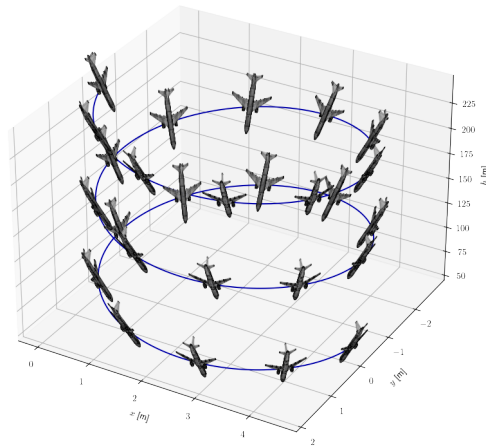


Figure 2 – Simulation d’une trajectoire spirale associée à un point d’équilibre du système dynamique du vol

L'objectif du stage est l'étude des cycles limites en dynamique du vol dans le but d'étudier les vrilles agitées.

- La première tâche consistera à étudier la théorie des équilibres et des cycles limites, ainsi que son utilisation en dynamique du vol.
- La deuxième tâche consistera à chercher et à prendre en main un outil numérique adapté pour le tracé de diagramme de bifurcations prenant en compte les cycles limites. Son implémentation dans le simulateur de dynamique du vol de l'équipe sera recherchée.
- La dernière tâche consistera à étudier des méthodes d'estimation des régions d'attraction de ces cycles limites. Ces travaux pourront s'appuyer sur les résultats d'un stage et d'une étude réalisés à l'ONERA Lille portant sur l'étude des régions d'attraction des points d'équilibre stables.

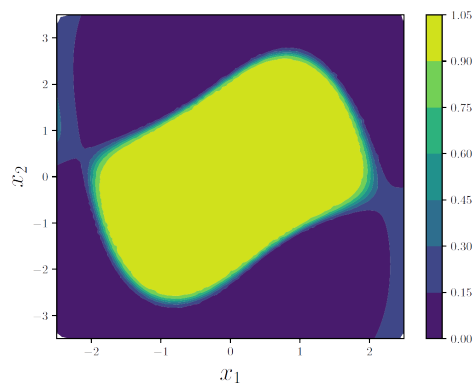


Figure 3 – Estimation de la région d’attraction du point d’équilibre (0,0) à l’aide d’un classifieur par processus gaussien

Références:

[1] Isnard, B., Tanguy, G., Farcy, D., Dugeai, A., Garnier, E., & Foucaut, J. M. (2023). Comparison of Numerical Reduced Order Models of a Generic UCAV Configuration using a New Displacement Grid Method. In *AIAA AVIATION 2023 Forum* (p. 3269).

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

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Non

Durée du stage : Minimum : 5 mois Maximum : 6 mois (sur dérogation)

Période souhaitée : A partir de Mars 2025

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

Système dynamique, étude de stabilité, mécanique des fluides, Python

Niveau M2

Ecoles ou établissements souhaités :

« Ecole d'ingénieur » or Master 2