

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Sensibilité et robustesse du comportement des aéronefs au voisinage et au delà du décrochage aux modèles de représentation.

Référence : **MFE-DAAP-2016-04**
(à rappeler dans toute correspondance)

Laboratoire d'accueil à l'ONERA :

Branche : Mécanique des Fluides et Energétique (MFE)	Lieu (centre ONERA) : LILLE
Département : Aérodynamique Aéroélasticité Acoustique	
Unité : Expérimentation et Limite de Vol (ELV)	Tél. : 03 20 49 69 19
Responsable ONERA : Olivier RENIER	Email : olivier.renier@onera.fr
Co encadrement INRIA/CRISAL : Andrey Polyakov	Email : andrey.polyakov@inria.fr

Directeur de thèse envisagé :

Nom : Pr. Thomas GOMEZ

Adresse : Université de Lille 1 - UFR de Mathématiques - Département de Mécanique - Cité Scientifique - Bâtiment M3 - 59655 Villeneuve d'Ascq

Tél. : 06 18 34 73 57 Email : thomas.gomez@univ-lille1.fr

Sujet : Le comportement des avions dans le domaine de vol décroché se caractérise par sa forte dépendance à une aérodynamique complexe, de nature tourbillonnaire, comportant non linéarités, hystérésis, et couplant l'ensemble des degrés de liberté du mouvement. Dans ce domaine de vol les moyens de contrôle voient leur efficacité fortement réduite voire inexistante. La prévision de ces comportements - enjeu de sécurité majeur - est donc fortement liée au modèle de représentation aéromécanique du véhicule.

La recherche proposée s'intéresse à la détermination de ces prévisions et à leur dépendance aux modèles.

En effet les modèles aérodynamiques sont généralement issus d'expériences (essais en soufflerie) ou de calculs CFD, dans les deux cas les données sont entachées d'incertitudes très dépendantes du domaine de vol. Les modèles peuvent être de niveau de fidélité varié, de structure additive ou non, faire l'impasse sur des termes inaccessibles ou difficiles à estimer. La question sous jacente posée est "quel est le bon niveau de représentation du modèle (le "noyau" du modèle) pour capter les principaux comportements typiques en vol décroché (vrille, auto rotation, deep stall etc) ?"

La détermination des comportements est généralement conduite en deux étapes: 1) la détermination des états asymptotiques remarquables et leur stabilité, 2) la dynamique d'évolution entre le vol normal et ces états asymptotiques, ou entre états asymptotiques. Le problème sous jacent est ici la détermination des domaines d'attraction de ces états asymptotiques (incluant les cycles limites). Les méthodes d'analyse locale quantitative des systèmes non linéaires permettent de résoudre ce problème moyennant une réduction importante du modèle. Une méthode à base de simulations rétrogrades pourrait permettre de s'affranchir d'hypothèses de simplification et d'évaluer la sensibilité des comportements à des modifications des modèles aérodynamiques.

Ces prévisions ont pour objectif de fournir des recommandations pour la récupération du vol normal sous la forme de consignes de pilotage les plus simples possibles. Ces consignes si elles existent devront être validées. La validation formelle étant a priori inaccessible, la problématique est ici la définition, puis l'exploitation et la synthèse d'importantes bases de données de simulations temporelles (critères, métrique) permettant d'évaluer la robustesse des consignes et notamment de lui associer une probabilité de réussite.

L'organisation du travail est envisagé comme suit:

- un travail bibliographique préliminaire sur l'étude des systèmes dynamiques non linéaires et les outils d'analyse existants permettra de guider la réflexion sur des approches complémentaires ou alternatives pour déterminer les domaines d'attraction. On s'intéressera en particulier aux techniques permettant de prendre en compte les incertitudes ou la méconnaissance de certains termes du modèle de représentation du système étudié.

- le développement d'une méthodologie d'étude de la sensibilité des comportements en vol décroché à des variantes de modèles de représentation. On définira au préalable les classes de modèles pertinents. Il est proposé de conduire le travail selon les deux étapes mentionnées précédemment: impact de variantes de modèles sur les états asymptotiques dans un premier temps, sur la dynamique des comportements dans un second temps. On s'intéressera également à la typologie des comportements (quels critères pour différencier deux comportements?) et aux techniques pour les déterminer. On recherchera des métriques permettant d'évaluer et de comparer d'une part des "cartes" des états asymptotiques, d'autre part des ensembles de simulations temporelles du mouvement.

Le travail sera réalisé sur une configuration d'avion léger pour lequel une importante base de données est disponible.

Les contributions théoriques majeures porteront sur

- la réduction de modèles sur objectifs
- la détermination des domaines d'attraction pour des systèmes complexes
- l'intégration des incertitudes dans l'étude des systèmes dynamiques non linéaires

Collaborations extérieures : INRIA Lille

PROFIL DU CANDIDAT

Formation : Master II en mathématiques appliquées | automatique, Ingénieur grande école

Spécificités souhaitées : Bonnes capacités rédactionnelles et aptitudes à communiquer