



Proposition de sujet de thèse¹

Titre du sujet	Détermination des incertitudes de mesures de charge en essais en vol
Responsable (s)	NOM : Tél : Adresse email :
Laboratoire	ICA - Axe Modélisation en environnement certain et incertain

Les mesures de déformations réalisées grâce à des jauges extensométriques durant le vol d'un avion permettent de déterminer des charges globales vues par la structure en vol, grâce à des procédures d'évaluation qui utilisent des méthodes d'étalonnage d'ensemble (Skopinski). Afin de déterminer les divers coefficients qui entrent dans cette procédure, des essais statiques au sol sont réalisés, il s'agit de cas de chargements ponctuels. Sur la voilure par exemple, ces essais enregistrent les déformations qui permettent de calculer des efforts et moments de cisaillement flexion et torsion dans certaines sections « sensibles » choisies a priori. Les charges globales calculées par la procédure à partir des coefficients d'essais sol et des mesures de jauges d'essais vol sont utilisés à leur tour pour calculer les efforts vus par la structure en vol. Une comparaison est alors faite entre les résultats de ce calcul et les données fournies par le « load model » qui est basé pour sa part sur les paramètres généraux du vol (Mach, altitude, etc) et la connaissance de la structure et des coefficients aérodynamiques. Dans certains cas, un écart important apparaît entre le modèle et la mesure.

Plusieurs raisons peuvent expliquer l'existence de l'écart. Les conditions expérimentales au sol, présentant une certaine « perfection » imposée par la qualité de la mesure, ne reproduisent pas les conditions réelles d'essais en vol : différence entre « domaine » de calibration et « domaine » de vol en termes de répartition des efforts sur la structure, conditions extérieures de température et d'humidité, introduction d'efforts en vol par les surfaces mobiles et les moteurs, charges aérodynamiques en vol inconnues, vibrations, jeux et autres bruits générant des incertitudes dans les mesures. Par ailleurs, la mesure au sol donnée par les jauges est elle-même entachée d'erreurs, propagées par la procédure d'évaluation des coefficients.

Cette procédure globale, qui mêle essais au sol et calculs par éléments finis, doit à l'heure actuelle être reproduite pour chaque avion. Les essais sont longs, chers, entachés d'erreurs difficilement quantifiables et traçables, et spécifiques à chaque cellule, mais restent aujourd'hui indispensables. Les enjeux industriels sont de réduire le nombre d'essais nécessaires pour l'ensemble des avions à venir et de leurs variantes, et d'en optimiser la réalisation grâce à la maîtrise des incertitudes.

Afin de déterminer un intervalle de confiance sur le calcul des charges globales grâce à la procédure d'évaluation, il est nécessaire de comprendre l'origine et la propagation des erreurs dans toutes ses opérations actuelles, regroupées essentiellement autour de 2 grandes étapes : calcul des coefficients à partir de l'introduction d'efforts ponctuels connus et des mesures des jauges au sol, obtention des efforts en vol à partir de ces coefficients ainsi que des mesures de jauges. Dans ce contexte, les objectifs de la thèse sont, dans un premier temps, de mettre en place des analyses de sensibilité, dans un deuxième temps de proposer une méthode de propagation des incertitudes à travers le modèle inverse afin de déterminer des intervalles de confiance sur les charges identifiées, dans un troisième temps de proposer une méthode d'optimisation du placement des jauges pour une structure donnée, dans une dernière étape d'aborder les possibilités de transposer l'identification des coefficients d'une structure à une autre. Les travaux se limiteront à des structures de type « voilure ».

Afin de mettre en place une méthode généralisable à un plus grand nombre de cellules et de réduire les coûts et délais, les travaux reposeront sur l'utilisation de modèles éléments finis.

¹ Ce document sera diffusé sur le site web pour l'appel à candidatures