



# ***Développement de capteurs virtuels pour l'estimation et la surveillance des paramètres de vol d'un avion***

Soutenance de thèse de Monsieur ALCALAY Guillaume

**Vendredi 28 Septembre 2018 à 10h30**

ISAE-SUPAERO – Amphithéâtre 2

## **Devant le jury composé de:**

M. RAGOT José – Professeur Emérite, Université de Lorraine – Rapporteur

M. ZOLGHADRI – Professeur à l'Université de Bordeaux – Rapporteur

M. BERGE-CHERFAOUI Véronique – Professeur à l'Université de Technologie de Compiègne – Examineur

M. DUGARD Luc – Directeur de Recherche CNRS, GIPSA-Lab – Examineur

M. DELPORTE Martin – Ingénieur AIRBUS – Membre Invité

M. GOUPIL Philippe – Ingénieur AIRBUS – Membre Invité

M. SEREN Cédric – Ingénieur de recherche, ONERA – Directeur de thèse

M. HARDIER Georges – Ingénieur de recherche, ONERA – Co-directeur de thèse

## **Résumé:**

*L'amélioration des performances d'un avion ainsi que la diminution de la charge de travail des pilotes nécessitent une complexité accrue des systèmes avioniques qui équipent les nouveaux avions. Cette complexification génère de nouvelles contraintes, par exemple celle de garantir la disponibilité permanente de certaines informations indispensables au pilotage (principalement la vitesse conventionnelle) et aux fonctionnalités les plus évoluées des systèmes de commande de vol (comme l'incidence, la masse et l'altitude-pression). Pour obtenir cette garantie, l'architecture des systèmes embarqués est fondée aujourd'hui sur une forte redondance matérielle (de type triplex pour l'aviation civile). Néanmoins cette approche a un coût important (poids, maintenance, etc.) et dispose de performances limitées. Par exemple, les modes communs de panne, correspondant à une panne cohérente et simultanée d'au moins deux capteurs mesurant une même variable, ne sont pas détectés par ce dispositif.*

*Une autre façon de procéder, abordée dans cette thèse, consiste à exploiter la redondance analytique existante au travers des mesures disponibles, et des équations de la cinématique et de la mécanique du vol. Par exemple, l'équation de portance permet de faire le lien entre un grand nombre de paramètres de vol. Son utilisation dans le processus de fusion de données nécessite néanmoins de recourir à des modèles simplifiés embarquables (tables d'interpolation recalées sur données de vol, modèle neuronal, etc.) afin de calculer le coefficient aérodynamique de portance. In fine, un filtre de Kalman étendu adaptatif a été développé pour estimer les paramètres de vol critiques longitudinaux. Des capacités de diagnostic de pannes capteur et d'erreur de masse au décollage, ainsi que de re-sélection de sources valides ont été implantées en exploitant la complémentarité existante entre cette méthode d'estimation basée modèle et d'autres approches issues du domaine du traitement du signal. La solution finalement proposée a été développée en respectant des contraintes industrielles importantes, notamment en termes de puissance de calcul disponible et de formalisme. Elle a pu être validée sur un ensemble de simulations et de données d'essais en vol, en particulier pour la détection et l'isolation des modes communs de panne correspondant à des dérives lentes, aujourd'hui indétectables.*

**Mots clés:** Estimation, Filtrage de Kalman, Détection de Pannes, Mécanique du Vol.