

Invitation à la soutenance de thèse

**EXTRACTION DE MANŒUVRES DE DECONFLICTION LATÉRALE ET
DE PARAMÈTRES D'INCERTITUDE À PARTIR DE DONNÉES ADS-B
HISTORIQUES DU TRAFIC AÉRIEN**

**EXTRACTING LATERAL DECONFLICTION MANOEUVRES AND
UNCERTAINTY PARAMETERS FROM HISTORICAL ADS-B AIR
TRAFFIC DATA**

Kim Gaume

22 octobre 2025 – 14h00

Salle des thèses, ISAE-Supaéro, Toulouse

Devant le jury composé de :

Adan Vela	University of Central Florida	Rapporteur
Tatiana Polishchuk	Linköping University	Rapporteuse
Xavier Prats	Polytechnic University of Catalonia	Examineur
David Gianazza	ENAC	Directeur de thèse
Xavier Olive	DTIS, ONERA	Directeur de thèse
Richard Alligier	ENAC	Membre invité
Niclas Wuestenbecker	DLR	Membre invité

Résumé

La gestion du trafic aérien repose sur la capacité à détecter et résoudre les conflits entre aéronefs afin de garantir les normes de séparation tout en assurant un trafic fluide et optimisé. L'augmentation récente du trafic, la flexibilisation de l'espace aérien et le développement de la navigation basée sur la performance rendent cet espace à la fois plus dense et moins structuré, complexifiant considérablement le travail des contrôleurs aériens. Dans ce contexte en constante évolution, le développement d'outils d'aide à la décision est devenu essentiel pour accompagner les contrôleurs face à ces nouvelles contraintes. Toutefois, ces outils ne peuvent être efficaces que s'ils sont acceptés par leurs utilisateurs, ce qui implique qu'ils soient cohérents avec les pratiques opérationnelles en vigueur. Pour être réellement adoptés, ils doivent s'intégrer naturellement aux modes de travail existants, sans introduire de procédures inhabituelles ou perturbatrices. Une telle intégration suppose une compréhension approfondie de la manière dont les contrôleurs perçoivent, anticipent et résolvent les conflits en situation réelle. Or, si les simulations permettent d'esquisser ces comportements, elles souffrent souvent d'un manque de réalisme et d'un faible volume de données, ce qui limite leur utilité pour entraîner des modèles capables d'apprendre efficacement les stratégies et préférences des contrôleurs.

Cette thèse propose de combler cette lacune en développant une méthodologie d'extraction et d'analyse des manœuvres de résolution de conflits à partir de données historiques ADS-B. Ces données ne contiennent ni annotations, ni informations explicites sur l'intention des contrôleurs. Les trajectoires observées résultent déjà d'interventions passées : les conflits ont été résolus, mais sans indication du moment ni de la cause des déviations. Cette absence d'annotations complique la distinction entre navigation normale et résolution de conflit, et requiert des techniques d'inférence rigoureuses pour reconstituer les actions des contrôleurs à partir des données disponibles.

Ce travail a pour objectif d'identifier et de regrouper des cas d'interventions spécifiquement liées à des manœuvres de déconflition. Il débute par la détection de déviations par rapport aux plans de vol, afin d'isoler des manœuvres latérales susceptibles de résulter d'instructions données par les contrôleurs. L'utilisation d'heuristiques fondées sur les relations spatiales et temporelles entre aéronefs permet ensuite d'évaluer si ces déviations correspondent à des réponses plausibles à des situations conflictuelles.

Les manœuvres de déconflition ainsi inférées sont regroupées dans un catalogue structuré permettant une caractérisation statistique du comportement réel des contrôleurs. L'analyse conjointe des propriétés de ces manœuvres et de leur contexte de trafic révèle des schémas comportementaux ainsi que des marges de sécurité implicites appliquées en situation opérationnelle. Ce catalogue constitue également un support pour l'estimation des incertitudes liées au respect des trajectoires prévues, un paramètre essentiel pour le calibrage des systèmes de détection et résolution de conflits (CD&R) afin qu'ils reflètent plus fidèlement les pratiques des contrôleurs.

Plusieurs publications issues de cette thèse valident la méthodologie et soulignent l'intérêt du catalogue pour de futures applications en CD&R. Les résultats offrent à la fois un éclairage sur les pratiques actuelles et une base pour concevoir des outils d'aide à la décision plus réalistes, interprétables et acceptés par les contrôleurs.

Mots clés

Intelligence artificielle, apprentissage automatique, contrôle aérien