

# Stage M2 recherche

## Création d'un modèle statistique de prédiction de position d'un avion



### 1 Contexte

L'ENAC et plus particulièrement le laboratoire de recherche travaille activement sur des méthodes couplées d'optimisation et d'apprentissage liées à la gestion du trafic aérien. Dans le cadre de projets avec nos partenaires européens (EUROCONTROL) et français (DGAC), nous développons des modèles (en déconfliction, sectorisation, ordonnancement, etc.) pour aider les opérationnels dans leur travail de gestion du trafic aérien. La prédiction de trajectoire est une fonction centrale dans les systèmes de l'aviation civile. Historiquement, de nombreux modèles d'optimisation sous contraintes ont été développés à l'ENAC pour prédire la position des vols à des échéances temporelles plus ou moins longues dans le futur. Cette fonction est centrale par exemple pour

- estimer le nombre de vols présents dans un secteur,
- identifier et anticiper les montés et les baisses de charge,
- Résoudre des conflits aériens (perte de séparation latérale ou verticale entre deux appareils).

L'objectif de ce stage est d'appliquer des techniques d'apprentissage automatique (Machine Learning) à ce problème de prédiction, pour développer un nouveau modèle d'estimation de la position d'un vol.

### 2 Sujet du stage

On dispose d'un ensemble de  $N$  couples de trajectoires d'avions  $(T_P(i), T_M(i))_{i=1, \dots, N}$  où  $T_P(i)$  est la trajectoire prévue (par exemple celle déposée auprès de Eurocontrol) et  $T_M(i)$  la trajectoire mesurée. Les trajectoires étant observées en  $K$  points. L'objectif est de construire une fonction de prédiction  $f$  qui prend en entrées une nouvelle trajectoire prévue  $T_P$  et un début de trajectoire mesurée sur  $k < K$  premiers points de la trajectoire et qui renvoie une sortie une estimation de la fin de trajectoire réelle ou une distribution de probabilité sur un ensemble de fin de trajectoires.

L'objectif du stage est dans un premier temps de faire une étude bibliographique détaillées sur les techniques statistiques d'estimation de trajectoires, dans un second temps de définir une distance pertinente sur des ensembles de trajectoires et de développer des techniques de classification adaptées à ce type de données fonctionnelles.

### 3 Déroulement du stage

Le stage se déroulera sur une période de 6 mois en collaboration étroite avec l'entreprise Capgemini. Il pourra déboucher par une thèse cifre effectuée chez Capgemini sous réserve d'une avancée suffisante des travaux.

### 4 Contacts et Encadrants

Le stage sera co-encadré pour l'ENAC par Thierry Klein (thierry01.klein@enac.fr ou thierry.klein@math.univ-toulouse.fr) et laurent Lapasset (laurent.lapasset@enac.fr) et pour Capgemini par Hervé Gruber (herve.gruber@capgemini.com)