

# Optimisation des opérations aéroportuaires pour le transport intermodal de passagers

Geoffrey Scozzaro<sup>1</sup>, Eric Feron<sup>2</sup>, Catherine Mancel<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ecole Nationale de l'Aviation Civile, 7 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse  
`geoffrey.scozzaro@enac.fr`

<sup>2</sup> King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal 23955, Arabie Saoudite  
`eric.feron@kaust.edu.sa`

<sup>3</sup> Ecole Nationale de l'Aviation Civile, 7 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse  
`catherine.mancel@recherche.enac.fr`

**Mots-clés :** *Recherche opérationnelle, optimisation, aéroports, intermodalité*

## 1 Introduction

Le Conseil consultatif pour la recherche aéronautique en Europe (ACARE) a fixé à travers le document FlightPath 2050 [2] différents objectifs pour les décennies futures. L'emploi de métriques orientées passager pour évaluer l'efficacité du transport aérien y est notamment mis en avant. Ces métriques permettent de mesurer de manière indirecte l'intégration du transport aérien dans un système de transport intermodal. Actuellement il n'existe aucun système de coordination global entre les transports sol et aérien. Ce manque de coordination conduit à une sous-optimalité de l'offre de transport. Bratu et al. [1] ont montré que les passagers ratant leurs connections, qui ne représentent seulement que 3% des passagers, subissent un retard moyen de 303 minutes ce qui représente 39% du retard total passager. Le développement de mécanismes de coordination entre les transports sol et aérien pourrait permettre de diminuer ces connections manquées et donc par conséquent de réduire fortement le retard total passager.

## 2 Problématique

Nous proposons d'optimiser les décisions prises sur les départs et les arrivées d'avions au sein d'un aéroport en fonction de la situation du trafic côté sol. Nous nous plaçons dans le cadre d'un partage d'informations entre les acteurs du transport sol et ceux de l'aérien. Nous supposons que cette collaboration permet d'avoir une information sur la situation courante de chaque passager à un instant donné (à l'heure, en retard, etc.). Lors d'un événement disruptif, comme par exemple une panne de métro reliant une ville à un aéroport, si l'information est fournie suffisamment en amont aux acteurs du transport aérien, une replanification à l'échelle tactique des départs des vols permettrait d'attendre les passagers impactés par cette perturbation. Retarder les avions risque cependant de générer de la congestion au niveau des terminaux côté piste. C'est pourquoi des décisions simultanées sur les arrivées d'avions doivent être prises afin de ne pas engorger l'aéroport. Un problème d'optimisation incorporant les contraintes opérationnelles au niveau de l'aéroport peut donc être posé afin d'optimiser cette prise de décisions selon une métrique orientée passager.

## 3 Approche de résolution heuristique

Nous considérons un aéroport de manière macroscopique comme l'illustre la Figure 1. Différents flux d'accès alimentent l'aéroport tels que la route, le métro ou encore le train. L'aéroport

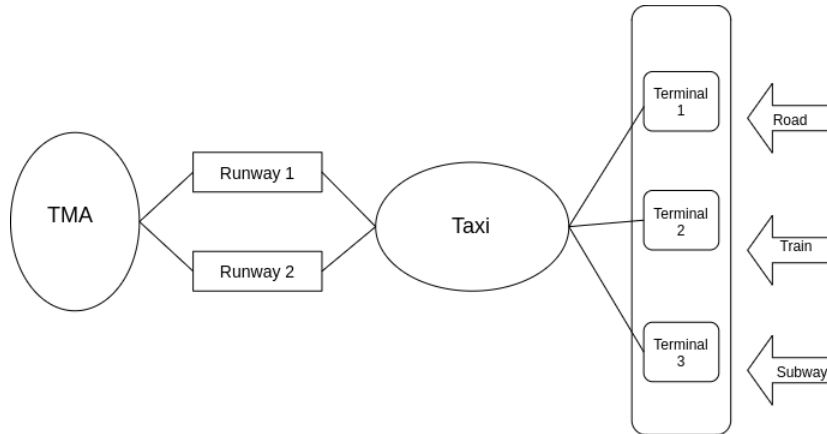


FIG. 1 – Modèle macroscopique aéroport

est vu comme un ensemble de terminaux ayant chacun une contrainte sur le nombre d'avions simultanés pouvant y être stationnés. Ces terminaux sont reliés aux différentes pistes par un réseau de taxiways aussi contraint en terme de capacité. Chaque piste a un débit maximal d'atterrissages/décollages. Enfin la TMA représente l'espace aérien autour de l'aéroport par lequel transitent les avions arrivant à/ partant depuis cet aéroport.

Différentes décisions sur les avions peuvent être prises :

- retarder le départ (*i.e.* au niveau du terminal) jusqu'à un délai maximum,
- retarder ou avancer l'arrivée (*i.e.* à l'entrée de la TMA) dans un intervalle autorisé,
- changer de piste au décollage,
- changer de piste à l'atterrissage.

Nous proposons une fonction objectif intégrant trois métriques orientées passager :

- le nombre de connections sol-air manquées,
- le nombre de connections air-air manquées,
- le retard avion total.

Au vu de la dimension du problème et de son caractère NP-Difficile nous proposons un algorithme de recuit simulé pour résoudre le problème statique. L'évaluation de la fonction objectif s'effectue par simulation. Pour traiter le problème de façon dynamique, nous proposons une résolution par fenêtre glissante.

Nous avons testé ce schéma de résolution sur un cas d'étude généré à partir de données réelles de trafic (passagers et aérien) sur l'aéroport Paris-Charles de Gaulle.

## 4 Conclusion et perspectives

La première solution obtenue grâce à cette méthode vérifie les contraintes opérationnelles tout en réduisant de presque 50% le nombre de passagers ratant leurs vols. Les premiers résultats sont donc encourageant et nous poussent à tester différents scénarios (panne plus ou moins longue sur le RER B, accident sur le périphérique, etc..) afin de mesurer l'efficacité de l'algorithme dans de nouvelles conditions. Un modèle d'optimisation linéaire mixte est en cours d'étude et va être testé afin d'évaluer la qualité des résultats obtenus grâce au recuit simulé.

## Références

- [1] Stephane Bratu and Cynthia Barnhart. An analysis of passenger delays using flight operations and passenger booking data. *Air Traffic Control Quarterly*, 13(1) :1–27, 2005.
- [2] ACARE Flightpath. 2050-europe's vision for aviation. *Advisory Council for Aeronautics Research in Europe*, 2011.