

Vincent Legendre¹, Simon Pierre¹, Aurélien Questel¹

Eurodecision, 9 Rue de la Porte de Buc, 78000 Versailles, France

{vincent.legendre, simon.pierre, aurelien.questel}@eurodecision.com

Mots-clés : *planification RH, taxi-jet, EU-OPS, FTL-US, moteur de règles, recherche opérationnelle, heuristique, programmation par contrainte.*

1 Contexte industriel et scientifique

Avec 522 jets privés, la France dispose de la troisième flotte d'avions d'affaires en Europe et plus de 700 compagnies aériennes existeraient, même si la plupart d'entre elles dispose d'une flotte réduite (2 avions ou moins). Dans ce marché en plein essor, EURODECISION a été contacté par une des principales compagnies de TaxiJet. La rentabilité d'une telle compagnie est directement liée à sa capacité de répondre rapidement aux demandes des clients en ajustant au mieux sa tarification. A chaque réservation, l'équipe opérationnelle doit adapter les plannings (humains et matériels) tout en assurant la faisabilité du vol et le respect des contraintes réglementaires. Cette vérification, faite manuellement, est une activité extrêmement chronophage et source d'erreurs, vu la complexité de la réglementation. Afin de permettre la création de portails de réservation en ligne, EURODECISION a réalisé un module qui automatise ces tâches, composé de deux parties : une vérification réglementaire hautement paramétrable (moteur de règles), intégré au sein d'une optimisation de la construction des plannings.

La planification des opérations d'un transporteur aérien de passagers est une activité très complexe. Plusieurs étapes sont nécessaires afin d'assurer le bon déroulement des opérations. On regroupe habituellement les décisions de planification en trois principaux niveaux : la planification stratégique (acquisition d'appareils, aménagement des aéroports...); la planification tactique (à moyen terme), qui doit être révisée plusieurs fois par an selon l'évolution de la demande; le niveau opérationnel, qui touche aux décisions prises en fonction des changements de dernière minute.

Pour les grosses compagnies aériennes, la planification tactique a été très importante et de nombreuses études ont été menées, aboutissant très souvent à la décomposition du problème en plusieurs problèmes résolus séquentiellement : l'affectation d'un type d'avion à chaque vol, la création des itinéraires avions ([1]), la création des rotations (ou horaires) d'équipages ([2]) et enfin l'affectation des rotations d'équipage au personnel.

Depuis les années 2000, un intérêt croissant a été porté à l'intégration des deux problèmes. Il a été montré que la qualité des solutions obtenues est significativement supérieure à la qualité des solutions produites par la résolution séquentielle ([3], [4], [5]). Les méthodes les plus récentes et donnant les meilleurs résultats pour la résolution du modèle intégré concernent la programmation mathématiques et les techniques de décomposition ([7], [8]).

Il est important de noter cependant que la plupart de ces techniques concernent l'optimisation de l'habillage de grilles de vols prédéterminés. Dans le cas qui nous intéresse, les vols doivent être créés dynamiquement à la demande des clients. Le problème de planification prend alors une toute autre ampleur : il faut décider, en temps-réel, s'il est possible de réaliser le vol, et à quel prix. La capacité de réalisation de ce vol est directement conditionnée aux capacités opérationnelles et demandent donc une planification individuelle, avion par avion, pilote par pilote, respectant les contraintes d'acheminement, des contraintes réglementaires, ainsi que d'éventuelles règles spécifiques à la compagnie aérienne.

2 Module de réservation en ligne

Nous présenterons dans un premier temps l'algorithme dédié à la construction de planning. Son objectif est de déduire, à partir des vols uniquement, la meilleure répartition des périodes de travail et de repos possible selon la réglementation. Il ne s'agit pas de refuser un planning non réglementaire à un utilisateur, mais bien de l'aider à identifier l'origine des problèmes. L'algorithme cherche donc à minimiser les alertes relatives à la réglementation, alertes pouvant être bloquantes (non respect d'une règle), ou traduisant la non-robustesse d'un planning (valide niveau réglementation, mais non robuste car très proche d'une limite et donc ne tolérant aucun aléa).

Nous présenterons ensuite le module de réservation automatique, qui doit vérifier à chaque demande de réservation en ligne la faisabilité du vol. Il faut donc rechercher des candidats (ensemble de personnel et matériel) disponibles, vérifier les possibilités d'acheminements de chacun d'entre eux, puis enfin s'assurer de la validité et de la robustesse des plannings obtenus. La principale difficulté se trouve au niveau des temps de calculs attendus. Le module doit en effet être capable de trouver des solutions, de préférence peu coûteuses, pour plusieurs compagnies à la fois (ayant potentiellement chacune des règles spécifiques), et dans un temps très court (de l'ordre de la seconde).

Nous montrerons comment des recherches heuristiques, déléguant la vérification de la validité des plannings au module réglementaire, a pu fournir des premières de solutions, sans pour autant respecter les attentes de performances. Ensuite, nous détaillerons les architectures retenues et certaines des astuces algorithmiques qui nous ont permis de descendre les temps de réponse aux niveaux requis par le client.

Références

- [1] GOPALAN, Ram et TALLURI, Kalyan T. *The aircraft maintenance routing problem*. Operations Research, 1998, vol. 46, no 2, p. 260-271.
- [2] BARNHART, Cynthia, COHN, Amy M., JOHNSON, Ellis L., et al. *Airline crew scheduling*. Handbook of transportation science. Springer US, 2003. p. 517-560.
- [3] CORDEAU, Jean-François, STOJKOVIĆ, Goran, SOUMIS, François, et al. *Benders decomposition for simultaneous aircraft routing and crew scheduling*. Transportation science, 2001, vol. 35, no 4, p. 375-388.
- [4] KLABJAN, Diego, JOHNSON, Ellis L., NEMHAUSER, George L., et al. *Airline crew scheduling with time windows and plane-count constraints*. Transportation science, 2002, vol. 36, no 3, p. 337-348.
- [5] COHN, Amy Mainville et BARNHART, Cynthia. *Improving crew scheduling by incorporating key maintenance routing decisions*. Operations Research, 2003, vol. 51, no 3, p. 387-396.
- [6] MERCIER, Anne, CORDEAU, Jean-François, et SOUMIS, François. *A computational study of Benders decomposition for the integrated aircraft routing and crew scheduling problem*. Computers & Operations Research, 2005, vol. 32, no 6, p. 1451-1476.
- [7] GOPALAKRISHNAN, Balaji et JOHNSON, Ellis L. *Airline crew scheduling : state-of-the-art*. Annals of Operations Research, 2005, vol. 140, no 1, p. 305-337.
- [8] MAHER, Stephen J. *Solving the integrated airline recovery problem using column-and-row generation*. Transportation Science, 2015.