

Méthode de recherche locale pour la planification des grilles de roulement des agents de conduite

Housni DJELLAB¹, Younes RAHMOUNE¹

SNCF - Innovation & recherche- Département Services Réseaux et Optimisation (SRO);
45 Rue de Londres, 75379 Paris CEDEX 08, housni.djellab@sncf.fr@sncf.fr

Introduction Le problème de planification des roulements de service est un problème qui a été longtemps associé aux compagnies aériennes et au transport urbain. Les opérateurs ferroviaires ont récemment commencé à s'y intéresser. En Europe, et spécialement en France, la séparation entre l'opérateur ferroviaire (SNCF) et le gestionnaire de l'infrastructure (RFF) impose une réorganisation de l'industrie ferroviaire. Ces changements nous conduisent à améliorer la productivité et la compétitivité. Par conséquent, le secteur ferroviaire commence à exprimer un intérêt grandissant pour les outils d'aide à la décision, basés sur les techniques de recherche opérationnelle.

Le problème de planification des roulements de service que nous avons traité peut être défini comme suit. On dispose d'un calendrier de tâches (des trajets de train) qui doivent être réalisées chaque semaine. Chaque tâche est divisée en une séquence de voyages où chaque voyage définit un segment du trajet du train. Ces segments doivent être effectués par le même agent sans arrêt ni pause. Chaque voyage est caractérisé par une heure de départ et d'arrivée, une gare de départ et une gare d'arrivée, et d'autres attributs (e.g. travail nocturne).

Chaque agent effectue un roulement de service défini comme étant une séquence cyclique de voyages dont le coût et la faisabilité dépendent de plusieurs contraintes réglementaires.

Vu les caractéristiques des contraintes réglementaires, l'approche que nous avons utilisée pour résoudre ce problème suit une méthodologie traditionnelle dans la littérature. Le problème est ainsi décomposé en trois phases :

1. *Génération des "Journées de Service"* : dans cette phase, on rassemble les *voyages* en des journées de service (JS). Ces JS doivent satisfaire certaines contraintes réglementaires (pauses repas, des coupures, etc).
2. *Construction des "Tournées"* : dans cette phase, on rassemble les journées de services (JS) en tournées. Une tournée contient une ou deux JS, elle commence et se termine à la même résidence (alors qu'une JS peut commencer et se terminer en des résidences différentes), et possède plusieurs caractéristiques (temps de non productivité, travail nocturne,...). Dans cette phase, on cherche à couvrir toutes les JS par un ensemble de tournées de "*coût minimal*" tout en respectant la réglementation. Ce problème est connu dans la littérature sous le nom du "Crew Pairing Problem (CPP)", (Caprara et *al.* [3], Balas et Carrera [2], Caprara et *al.* [1]...).
3. *Génération du "Roulement de service"* : les tournées précédemment sélectionnées sont enchaînées dans des roulements de service faisant intervenir le minimum d'agents possible. Ceux-ci définissent des affectations pour chaque agent qui garantissent la réalisation de toutes les tâches. Les roulements de service sont réalisés résidence par résidence. Ce problème est connu dans la littérature sous le nom du "Crew Rostering Problem (CRP)", (Ryan [6], Gamache et *al.* [5], Caprara et *al.* [4]...).

Les raisons de la décomposition du problème de transport de marchandises en 3 phases sont multiples : Tout d'abord, chaque agent de conduite est affecté à une résidence donnée, et d'après la

réglementation, il doit y retourner au bout de deux journées de service maximum, ce qui nous correspond au concept de tournée. Deuxièmement, les contraintes réglementaires appliquées aux JS sont de nature différentes de celles appliquées aux roulements proprement dits. Par exemple, à la SNCF, le temps minimal entre deux tâches dans une même journée de service est de quelques minutes, temps nécessaire pour faire un changement de train. Ce temps est de l'ordre de plusieurs heures entre deux JS. Enfin, étant donné que la période de l'étude est la semaine, une approche globale exacte de génération des roulements de service semble difficile sans relâcher certaines contraintes.

Dans le cadre de cet article nous ne nous intéressons qu'aux deux sous problèmes " Construction des tournées " et " Génération du roulement " de service dans un contexte stratégique.

Pour résoudre les problèmes de construction des tournées et de grilles de roulement, nous avons utilisé une méthode d'amélioration itérative. Cela consiste à construire une grille de bonne qualité tenant compte des caractéristiques du problème et ensuite chercher à la perturber en vue d'améliorer le nombre d'agents de conduite nécessaire.

Processus de construction d'une solution réalisable

1. **Etape 1** *Construction des tournées* : l'objectif de cette phase est d'assembler pour chaque résidence les JS " aller " avec des JS " retour " en minimisant le temps de non productivité ou le nombre de tournées sous contraintes de repos hors résidence. L'étape 2 nous permet de confirmer que le critère de temps de non productivité donne de meilleurs résultats en terme de nombre d'agents.
2. **Etape 2** *Construction des GPT (Grandes Périodes de Travail) et des grilles de roulement* : l'objectif de cette phase est l'assemblage pour chaque résidence des tournées en GPT en minimisant le nombre d'ADC sous contraintes réglementaire (nombre de JS, nombre de jours, repos périodique,...). La génération de la grille de roulement est réalisée au fur et à mesure de la création des GPT.
3. **Etape 3** *Post-traitement* : une fois les grilles construites pour chaque résidence un post-traitement est réalisé tenant compte des contraintes réglementaires spécifiques.

Il est très important de noter l'aspect cyclique dans l'étape 1 (resp. étape 2) en particulier. A titre d'exemple, une JS (resp. tournée) du dimanche peut être connectée à une JS (resp. tournée) du lundi. Dans les deux étapes les tâches sont représentées par un graphe cyclique.

Nous avons comparé et orienté notre approche heuristique à l'aide des résultats obtenus par une approche PLNE sur des jeux de données réels et des jeux de données générés de façon aléatoire. Les premiers résultats sont très prometteurs et la comparaison des résultats obtenus avec ceux des experts est en cours.

Références

- [1] P. Toth A. Caprara, M. Fischetti. A heuristic method for the set covering problem technical report or-95-8. *Technical Report OR-95-8*, 98(1) :49–71, September 2003.
- [2] E. Balas and M.C. Carrera. Solution of large-scale railway crew planingproblems : the italien experience. *Operations Research*, 44 :875–890, 1996.
- [3] A. Caprara, M. Fischetti, P. L. Guida, P. Toth, and D. Vigo. Solution of large-scale railway crew planingproblems : the italien experience. DEIS University of Bologna, DMI University of Undine, Ferrovie dello Stato SpA.
- [4] A. Caprara, P. Toth, D. Vigo, and Fischti. Modeling and solving the crew rostering problem. *Operations Research*, 46 :820–830, 1998.
- [5] M. Gamache and F. Soumis. *Operations Research in the Airline Industry*. Kluwer, Boston, 1998.
- [6] D. M. Ryan. The solution of massive generalized set partitioning problems in air crew rostring. *Journal of Operations Research*, 43 :459–467, 1992.