



IFT-7020 —Optimisation combinatoire

Enseignant : Claude-Guy Quimper

Projet de recherche

Revue de littérature

François Bérubé

900 226 407

Remis le 14 Mars 2018

Le présent travail résume trois articles traitant de la planification dynamique d'horaire de travail. La planification dynamique est la modification d'horaires préétablies en raison d'absences non-planifiées ou d'une augmentation soudaine de la demande.

Tout d'abord, Easton et al. ont évalué une méthode de replanification d'horaire basée sur un algorithme de programmation linéaire de type « branch and bound » [1]. Ainsi, une banque d'horaires présentant des caractéristiques optimales en termes de coût et de productivité est générée et est ensuite soumise à des simulations d'absences. Dans ces simulations, l'absence d'un employé donné pour un quart de travail donné est déterminée de façon aléatoire en utilisant des probabilités d'absentéisme ($p = 0, 5$ ou 10%) et en assumant que la durée de l'absence est égale à celle du quart de travail. Le nouvel horaire généré est ensuite soumis à l'algorithme de replanification pour trouver un nouvel horaire minimisant les pertes dues à l'absentéisme. Au total, 30 simulations d'absence sont appliquées à chacune des horaires pré-générées afin d'évaluer leur robustesse face à l'absentéisme et de permettre de trouver un horaire optimal en fonction des paramètres d'entrée du modèle. Cette approche sera celle utilisée dans le travail.

Dans cette étude, la fonction objectif est relativement simple et ne fait intervenir que les revenus générés et le coût de la main-d'œuvre. Dans cette étude, plusieurs variables ont été testées comme paramètres d'entrée au modèle afin de comparer les différentes stratégies de conception d'horaire. Parmi celles-ci, il y a le taux d'absence anticipé, le temps supplémentaire planifié, le taux d'absence utilisé pour générer les simulations ainsi que les politiques de recouvrement d'absence (temps supplémentaire, employés sur appel et employés sous-contractés à des firmes spécialisées).

Dans leur étude, Hur et al. ont évalué deux méthodes de replanification d'horaire pour le cas d'un restaurant McDonald's [2]. La première méthode est basée sur une approche séquentielle de type « Mixed Integer Programming (MIP) » et accélère ce procédé « branch and bound » en relaxant les critères d'optimisation. Cette méthode est similaire à celle utilisée dans l'étude de Easton et al. [1]. L'autre méthode est une approche de replanification locale partant d'un horaire initial et en la modifiant via différentes heuristiques de recherche, tout comme le ferait un humain. Cette dernière méthode nécessite un temps de calcul beaucoup plus faible que la première et est plus simple à implémenter. C'est pourquoi elle sera celle qui sera utilisée dans le travail de session. Contrairement à l'étude de Easton et al. [1], la fonction objectif utilisée est plus complexe. En plus des revenus générés et du coût de la main d'œuvre, celle-ci fait intervenir la notion de productivité des employés, le nombre de changement à l'horaire appliquées suite aux absences non planifiées ainsi que le nombre de rotations des employés sur les différentes tâches à effectuer. Deux politiques différentes ont été comparées en relation avec cette fonction objectif : une politique d'efficacité d'abord où l'on privilégie la maximisation des profits et de la productivité et une politique de commodité d'abord où l'on cherche à prioriser à minimiser le nombre de changements apportés aux horaires et le nombre de rotations des employés sur des tâches différentes.

En tout, 64 scénarios d'optimisation ont été générés basés sur 8 horaires initiaux et ce, pour 2 restaurants différents et 4 niveaux de charge de travail allant de sous-capacités de -30 et -15% à des surcapacités de $+15$ et $+30\%$. Les solutions calculées ont été comparées à celles trouvées par un gérant d'expérience. Les solutions trouvées par l'humain étaient valables, mais étaient moins

optimales que celles calculées à l'aide des 2 méthodes mentionnées ci-dessus. Cela était surtout le cas lorsque le nombre de changements d'horaire était augmenté et pour les cas de surcapacités de main d'œuvre. La méthode MIP mène à des profits plus élevés que la méthode de replanification locale lorsque la politique d'efficacité d'abord est appliquée, mais propose des solutions avec davantage de changement à l'horaire, ce qui n'est pas toujours applicable dans la réalité.

Enfin, Mac-Vicar et al. ont proposé une solution de planification dynamique pour l'industrie du commerce de détail. Comme pour l'étude de Hur et al. [2], les 2 méthodes MIP et de replanification locale ont été comparées. Cependant, contrairement aux deux autres études qui supposait que les employés devaient obligatoirement accepter les changements apportés à leur horaire, celle-ci propose un algorithme séquentiel qui permet une interaction avec les employés concernés par les changements. Ainsi, en fonction de l'acceptation ou du rejet des propositions de changements par les employés, l'algorithme recalcule au besoin de nouvelles solutions optimales.

Les ressources disponibles pour pallier aux absences non-planifiées sont le temps supplémentaire, les employés sur appel, le transfert d'employés «multi-disciplinaires» entre différents magasins. Comme pour l'étude de Hur et al. [2], la fonction objectif est plus complexe et fait aussi intervenir des pénalités pour le nombre de changements apportés à l'horaire et pour le transfert d'employés entre les différentes zones. Les résultats de simulations ont montré que la méthode MIP mène à des solutions avec un taux de récupération supérieur des pertes dues à l'absentéisme. Cependant, comme pour l'étude de Hur et al. [2], les solutions proposées impliquent un nombre supérieur de changements apportés aux horaires et ne pourraient être implémentées dans la réalité.

[1] Easton, F. F. & Goodale, J. C. Schedule Recovery: Unplanned Absences in Service Operations*. *Decision Sciences* 36, 459–488 (2005).

[2] Hur, D., Mabert, V. & Bretthauer, K. Real-Time Work Schedule Adjustment Decisions: An Investigation and Evaluation. *Production and Operations Management* 13, 322–339 (2004).

[3] Mac-Vicar, M., Ferrer, J. C., Muñoz, J. C. & Henao, C. A. Real-time recovering strategies on personnel scheduling in the retail industry. *Computers & Industrial Engineering* **113**, 589–601 (2017).