

Résolution du multi-activity shift scheduling problem de grande taille : Heuristique basée sur le re-dimensionnement

Nora Touati¹, Mahuna Akplogan¹

Horizontal Software, 5 rue de Rome, 75008, Paris
`{ntouati,makplogan}@horizontalsoftware.fr`

Mots-clés : *Multi-activity shift scheduling, Planification des médecins dans un service d'urgences, Local search.*

1 Introduction

La planification et la gestion optimale des ressources humaines jouent un rôle important dans la productivité et la compétitivité des entreprises. Dans [1, 2] on trouve une revue de littérature sur la planification de personnel en général.

Le problème abordé dans ce travail concerne le multi-activity shift scheduling problem, où le but est la définition des jours et des périodes de travail d'un côté, et la spécification des activités à effectuer à chaque période de l'autre, et ce, en respectant des contraintes légales, organisationnelles et sociales. La complexité de résolution de ce type de problèmes n'est pas seulement due aux contraintes complexes qui les composent, mais aussi à leur grande taille. En effet, avec l'annualisation du temps de travail, les contraintes à prendre en compte portent sur des horizons temporels de plus en plus grands.

Nous nous intéressons à une application réelle de ce problème : la planification des médecins dans un service d'urgences, où la planification porte sur un horizon de 4 mois avec un pas de temps de 15 minutes. Ceci représente un véritable défi de résolution. Afin d'appréhender la taille de ce problème, nous proposons une re-formulation du problème en un problème de plus petite taille qui peut être résolu efficacement avec nos méthodes de résolution. À notre connaissance, il n'existe pas de travaux qui exploitent ce principe pour la résolution de ce type de problèmes.

2 Description du problème

Quelques définitions :

- **Horizon de planification :** nombre de jours consécutifs à planifier (ex : 1 semaine).
- **Intervalles de temps :** périodes égales qui composent une journée (ex : 15 min).
- **Planning :** séquences d'activités attribuées sur des créneaux horaires à chaque employé.

Les contraintes :

- Workload (besoins) : nombre d'employés requis pour chaque activité dans chaque intervalle de temps.
- Contraintes légales : dépendent du règlement du travail défini dans le contrat et concernent (1) le temps de travail journalier/hebdomadaire, (2) le temps de repos journalier si travail de jour ou de nuit, (3) le temps de repos hebdomadaire (4) l'amplitude d'une journée, (5) le nombre maximum de jours consécutifs travaillés.
- Compétences : permettent d'affecter les employés qualifiés aux activités.
- Disponibilités : imposent l'affectation des employés pendant les périodes de disponibilité.
- Heures de début et de fin des activités.
- Pas plus de 2 week-ends travaillés toutes les 4 semaines glissantes
- Équité sur les heures de nuit travaillées.

3 Re-dimensionnement du problème

Le principe se base sur le re-dimensionnement des intervalles de temps. En effet, le nombre d'intervalles de temps dans ce problèmes est très important, ce qui augmente considérablement le temps de calcul. Nous nous sommes proposé dans ce travail de résoudre le problème en considérant un nombre réduit d'intervalles de temps. Ceci est possible en effectuant une projection des intervalles de temps sur un domaine réduit.

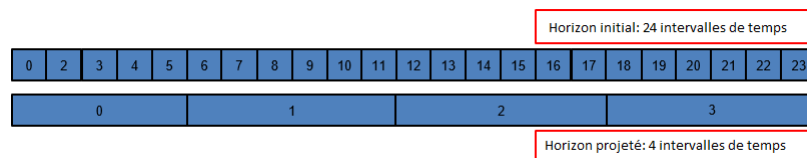


FIG. 1 – Projection d'un horizon d'un jour avec des intervalles de temps d'une heure

La figure(1) montre un exemple de la projection de 24 intervalles de temps sur un domaine de 4 intervalles. Une fois que les intervalles de temps sont projetés, l'ensemble des données du problème doivent être en cohérence avec ce re-dimensionnement, notamment les contraintes. De nouvelles contraintes qui assurent la cohérence du problème re-dimensionné par rapport au problème initial sont ajoutées au modèle.

4 Résolution du problème re-dimensionné

La résolution est effectuée avec une méthode de recherche locale sur le problème re-dimensionné en tenant en compte des contraintes décrites dans la section 2. L'objectif est composé de 3 termes : les sur-affectations, les sous-affectations et l'équité sur les heures de nuit travaillées. Plusieurs mouvements sont introduits pour définir le voisinage d'une solution à explorer en fonction des mouvements envisagés ou selon une stratégie de première descente (c'est-à-dire que l'exploration est interrompue dès qu'une meilleure solution est trouvée). L'originalité de la méthode consiste à gérer les affectations partielles sur plusieurs intervalles de temps consécutifs, chaque affectation sur le planning re-dimensionné est immédiatement projetée sur le planning initial. Les contraintes sont contrôlées soit avant l'affectation, soit lors de la tentative d'affectation sur le planning re-dimensionné, soit lors de la tentative de projection sur le planning initial.

Des résultats préliminaires sur une instance réelle d'un problème de planification de médecins dans un service d'urgences avec 20 employés, 1344 intervalles de temps et 6 activités montrent l'échec de résolution du problème (espace mémoire nécessaire pour la résolution supérieur à 1 Go), alors que la résolution de cette instance re-dimensionnée nécessite un temps de résolution de 8 minutes avec une mémoire de 57 Mo.

Ces résultats montrent l'efficacité de notre heuristique qui permet d'accélérer considérablement la résolution du problème. Notre objectif est d'élargir nos expérimentations sur des instances issues de benchmarcks, dont les résultats seront présentés lors de la conférence.

Références

- [1] T. Ernst, H. Jiang, M. Krishnamoorthy, and D. Sier. *Staff scheduling and rostering : A review of applications, methods and models*. European Journal of Operational Research. 153(1) :3–27, 2004.
- [2] J. Van den Bergh, J. Belin, P. De Bruecker, E. Demeulemeester, and L. De Boeck. *Personnel scheduling : A literature review*. European Journal of Operational Research. 226(3) :367–385, 2013.