

# Programmation linéaire en nombres entiers pour la planification des ressources humaines dans le domaine sanitaire

Mohamad Badaoui<sup>1</sup>, Arnaud Knippel<sup>1</sup>,

INSA Rouen Normandie, Laboratoire de Mathématiques

{mohamad.badaoui, arnaud.knippel}@insa-rouen.fr

**Mots-clés** : *planification, emplois du temps, programmation linéaire en nombres entiers*

## 1 Introduction

L'optimisation des ressources humaines dans le secteur sanitaire a pour objectif l'amélioration de la qualité de vie au travail des soignants à travers une meilleure répartition de la charge de travail, et in fine la continuité des soins dans les meilleures conditions possibles pour le patient. Il s'agit d'un véritable défi dans un contexte où les effectifs sont systématiquement réduits du fait des contraintes budgétaires.

L'étude que nous présentons s'appuie sur l'analyse du fonctionnement et les données d'un EHPAD. La planification des ressources humaines pour un EHPAD se rapproche de problèmes classiques de gestion de production, avec des aspects très spécifiques en raison des aspects humains, réglementaires, et de nombreux facteurs de perturbation tant au niveau des besoins que du personnel.

## 2 Présentation du problème

Le fonctionnement de l'EHPAD considéré repose sur 5 unités réparties entre unités grand âge et unités Alzheimer. Les emplois du temps du personnel doivent être planifiés selon des roulements d'une durée fixée à l'avance (un nombre fixe de semaines), en respectant des contraintes spécifiques en plus du droit du travail français et européen, comme par exemple :

1. Il faut qu'il y ait au moins un aide-soignant par unité à chaque instant.
2. Le temps de travail lissé sur le roulement doit avoir une moyenne supérieure ou égale à 35h pour les employés à temps complet.  
Le temps de travail lissé sur le roulement doit avoir une moyenne supérieure ou égale à 17.5h pour les employés à temps partiel.
3. Pour chaque employé, il doit y avoir une journée de repos par semaine dite "rigide" (RH= Repos Hebdomadaire).
4. Chaque employé doit avoir au moins quatre jours de repos par période de 2 semaines calendaires et au moins une journée par semaine.
5. Chaque employé doit disposer au minimum d'un week-end sur deux composé d'un dimanche et soit du samedi précédent soit du lundi suivant le dimanche.
6. On ne peut pas travailler moins de 3h (pour les salariés à temps complet) et moins de 2h (pour les salariés à temps partiel).
7. Pas plus d'une coupure par journée (temps non travaillé non payé de plus d'une demi-heure).
8. Le temps de travail est au maximum de 44h de moyenne hebdomadaire sur 4 semaines glissantes pour les employés à temps complet.  
Il est au maximum de 22 h de moyenne hebdomadaire sur 4 semaines glissantes pour les employés à temps partiel.

9. L'amplitude de travail journalier est d'au plus 11h.
10. Le temps de travail journalier est au maximum de 10 heures.
11. Il doit y avoir minimum une pause de 30 minutes toutes les 6 heures.

### 3 Résolution optimale

Nous avons formulé le problème sous la forme d'un programme linéaire en nombres entiers, de taille importante mais variable selon le pas de temps consid. Un travail préalable de revue de la littérature scientifique a permis de confirmer la difficulté de la modélisation et la complexité du problème, mais les travaux de la littérature n'étaient pas suffisamment proches pour être applicables dans notre cas. Par exemple, la plupart des travaux n'utilisent que deux créneaux (le matin et l'après-midi) [2], et parfois 3 créneaux par jour [3]. Le nombre de variables dans la plupart des cas est très limité et avec peu de contraintes qui ne reflètent pas les conditions de travail réelles et les exigences que nous avons fixées d'une certaine finesse sur les horaires (des intervalles de temps de 15 minutes).

Suite aux discussions notamment avec la personne en charge de la planification, nous avons retenu les critères d'optimisation suivants. Ces critères visent à améliorer le confort du personnel, et pour certains pourraient permettre de choisir un profil d'employé pour une meilleure satisfaction du personnel. Il est possible de tenir compte de tous ces critères ou seulement d'une partie, comme il est possible de pondérer ces critères en modifiant la formule de la fonction à minimiser.

1. Minimiser le nombre d'heures supplémentaires, complémentaires/le coût global.
2. Minimiser le temps de travail d'un salarié dans un autre service que celui ou il est affecté.
3. Équilibrage des matinées et des soirées pour tous, mais pour certains salariés : privilégier le matin, ou le soir.
4. Pour certains salariés : minimiser les heures supplémentaires. Pour d'autres : maximiser le nombre d'heures supplémentaires.
5. Pour certains salariés : maximiser la durée ou le nombre de week-end longs, maximiser les journées groupées. . . Pour d'autres : répartir le temps de travail (pas de semaine trop lourde).

### 4 Conclusions et perspectives

Nous avons pu résoudre le PLNE optimum avec le solveur Gurobi pour une taille d'au plus 500000 variables et autant de contraintes, ce qui permet de prendre en compte un pas de temps de 15 minutes et un horizon d'au plus 12 semaines. Cela laisse ouverte la perspective de mettre en oeuvre en pratique un logiciel s'appuyant sur ce type de modèle.

### Références

- [1] Mohamad Badaoui et Arnaud Knippel. Modélisation et Optimisation de la planification pour l'EHPAD Les Pervenches. *Rapport technique, Laboratoire de Mathématiques de l'INSA Rouen Normandie* 2023.
- [2] Francesca Guerriero and Rosita Guido. Modeling a flexible staff scheduling problem in the Era of Covid-19. *Optimization Letters*, 16 :1259–1279, 2022.
- [3] E. Yilmaz, A mathematical programming model for scheduling of nurses' labor shifts. *Journal of Medical Systems*, 36 :491–496, 2012.