

Optimisation des plannings hospitaliers du personnel non médical pendant la phase *opérationnelle offline*

Amira MASTOURI^{1,2}, Odile BELLENGUEZ¹, Charles PRUD'HOMME¹

¹ IMT Atlantique, LS2N, UMR CNRS 6004, 44307, Nantes, France

{amira.mastouri, odile.bellenguez, charles.prudhomme}@imt-atlantique.fr

² ASYS, 44300 Nantes, France

Keywords : *Nurse rerostering, Offline Operational Phase, French hospital context, Mixed Integer Programming, Constraint Programming.*

1 Contexte

La numérisation croissante des services publics, accélérée par la crise sanitaire de la COVID-19, a profondément transformé la gestion du personnel hospitalier en France. De nombreux hôpitaux expriment désormais un besoin accru en outils de planification automatique, capables de faciliter l'organisation du travail et de réduire la charge administrative. Cet enjeu suscite un intérêt croissant tant dans la recherche académique [1, 5] que parmi les acteurs industriels, notamment les établissements de santé et les éditeurs de solutions de *Gestion du Temps et des Activités* (GTA), tels qu'ASYS.

La planification du Personnel Non Médical (PNM)¹, nécessite une gestion structurée en plusieurs étapes. Cette complexité résulte, d'une part, du nombre important de données à prendre en compte et, d'autre part, de leur caractère évolutif ou de leur instanciation parfois tardive. La littérature met ainsi en évidence différents problèmes décisionnels, définis selon des horizons temporels distincts et des niveaux d'agrégation variables. Selon Warner [7], Hulshof et al. [3], ce processus peut être structuré en trois phases principales : la *phase stratégique*, la *phase tactique* et la *phase opérationnelle*, cette dernière se divisant elle-même en deux sous-phases : *offline* et *online*. Dans le cadre de ce travail, nous nous concentrons sur la phase opérationnelle offline du PNM, appliquée à un service hospitalier donné.

2 Définition du problème

La phase tactique, préalable à la phase opérationnelle, consiste à élaborer un *planning prévisionnel* annuel garantissant la couverture des besoins du service. Cette planification doit respecter les contraintes légales, telles que la limitation de la charge de travail et le respect des temps de repos, ainsi que les contraintes organisationnelles de l'établissement. Le planning prévisionnel obtenu constitue ensuite une des données d'entrée essentielles pour la phase opérationnelle offline, qui correspond, quant à elle, à la planification à court terme. Elle vise à ajuster le planning prévisionnel en intégrant les absences, afin d'assurer la continuité des soins. Cette re-planification doit être effectuée tout en maintenant la conformité avec les mêmes contraintes légales, et organisationnelles que celles considérées lors de la phase tactique. L'objectif principal de ce problème est donc d'assurer la couverture optimale des besoins du service. Par ailleurs, nous cherchons également à minimiser les perturbations apportées au planning prévisionnel. Ce problème de re-planification du PNM est couramment désigné dans la littérature sous le nom de *Nurse Re-Rostering Problem (NRRP)*, introduit par Moz et Pato [4].

1. incluant les Infirmiers Diplômés d'État, Aides Soignants et autres professionnels

3 Approches de résolution

Deux méthodologies distinctes ont été mises en œuvre : la *programmation linéaire en nombres entiers* (PLNE) et la *programmation par contraintes* (PPC). Dans la première approche (PLNE), nous avons recours à une modélisation classique [2] du problème à l'aide d'une variable binaire x_{asdc} , indiquant si l'agent $a \in \mathcal{A}$ est affecté la plage horaire $s \in \mathcal{S}$ le jour $d \in \mathcal{D}$ avec la compétence $c \in \mathcal{C}$. La seconde approche, fondée sur la PPC, modélise les successions légales de plages horaires à l'aide de la contrainte globale **regular** [6], basée sur la théorie des langages formels. Celle-ci permet de représenter les séquences autorisées au moyen d'automates, facilitant la prise en compte de règles légales complexes. Plusieurs automates, chacun traduisant une ou plusieurs règles légales à la fois, ont été élaborés et intégrés dans des modèles distincts, afin d'évaluer l'impact de chaque choix de modélisation sur les performances de résolution.

4 Mise en œuvre

Nous avons implémenté l'ensemble de nos modèles en **Java**, en nous appuyant sur le solveur **OR-Tools**. La phase préliminaire d'expérimentation a permis de vérifier la validité des différents modèles proposés, sans toutefois permettre d'en tirer des conclusions définitives. En parallèle, nous avons commencé à collecter des instances réelles auprès des clients d'**ASY**, après obtention de leur accord ainsi que la définition et l'application d'un processus rigoureux d'anonymisation des données. Ceci permettra de mener une phase d'expérimentation plus complète sur des cas concrets, afin de comparer les modèles et d'évaluer leurs performances dans un contexte réel. Un des objectifs de cette phase est de comparer les deux approches, à savoir la PPC et la PLNE, en terme de complexité d'exécution. Un autre objectif est d'analyser la complexité des différents modèles de PPC et d'évaluer la pertinence de l'utilisation d'automates pour modéliser efficacement les contraintes légales.

Références

- [1] Edmund K. Burke et al. « The State of the Art of Nurse Rostering ». In : *Journal of Scheduling* 7.6 (2004), p. 441-499. ISSN : 1099-1425. DOI.
- [2] Alistair Clark et Hannah Walker. « Nurse rescheduling with shift preferences and minimal disruption ». In : *Journal of Applied Operational Research* 3 (jan. 2011).
- [3] Peter J. H. Hulshof et al. « Taxonomic classification of planning decisions in health care: a structured review of the state of the art in OR/MS ». In : *Health Systems* 1.2 (2012), p. 129-175. ISSN : 2047-6973. DOI.
- [4] Margarida Moz et Margarida Vaz Pato. « An Integer Multicommodity Flow Model Applied to the Rostering of Nurse Schedules ». In : *Annals of Operations Research* 119.1 (mars 2003), p. 285-301. ISSN : 1572-9338. DOI.
- [5] Chong Man Ngoo et al. « A Survey of the Nurse Rostering Solution Methodologies: The State-of-the-Art and Emerging Trends ». In : *IEEE Access* 10 (jan. 2022), p. 1-1. DOI.
- [6] Gilles Pesant. « A Regular Language Membership Constraint for Finite Sequences of Variables ». In : *Principles and Practice of Constraint Programming – CP 2004*. Sous la dir. de Mark Wallace. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2004, p. 482-495.
- [7] D. M. Warner. « Scheduling Nursing Personnel according to Nursing Preference: A Mathematical Programming Approach ». In : *Operations Research* 24.5 (1976), p. 842-856. URL.