

Problème de planification dans le domaine de la santé *

Olivier Gérard^{1,2}, Laure Brisoux Devendeville¹, Corinne Lucet¹

¹ Laboratoire MIS (EA 4290), Université de Picardie Jules Verne, France
{olivier.gerard, laure.devendeville, corinne.lucet}@u-picardie.fr

² Evolucare Technologies, France
o.gerard@evolucare.com

Mots-clés : *planification, santé, optimisation*

1 Introduction

La complexité de la planification dans le domaine de la santé est une problématique qui est de plus en plus mise en avant par les hôpitaux. Ce type de problème NP-difficile [2] appartient à la catégorie Resource Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP) [3]. Les problèmes de planification ont été le sujet de nombreuses recherches depuis des décennies dans de nombreux domaines, et sont d'un intérêt croissant dans le domaine de la santé [1]. Grâce à l'optimisation de l'emploi du temps du personnel, les établissements de santé veulent réduire leurs dépenses tout en améliorant la prise en charge des patients. La structure des problèmes considérés diffère selon les institutions, leur taille et le nombre de ressources impliquées. Les critères d'évaluation d'un emploi du temps peuvent changer d'un établissement à l'autre ou d'un service à l'autre au sein du même établissement. Dans cet article nous proposons une formulation du problème qui répond à divers scénarios concrets dans le domaine de la santé.

2 Formalisation du problème

Pour ce problème, l'horizon est décomposé en créneaux et les ressources sont non renouvelables. Chacune d'elle est caractérisée par un ensemble de disponibilité et par un ensemble de propriétés qui détermine les rôles qu'elle peut jouer lors d'un rendez-vous. A est un ensemble de rendez-vous tel que chaque rendez-vous $a \in A$ est caractérisé par sa durée, un intervalle de faisabilité ES_a et LS_a , et les quantités de ressources pour chaque propriété requise par a . $Essential_a$ et $Emergency_a$ sont deux coefficients utilisés pour quantifier respectivement l'importance et l'urgence d'un rendez-vous a . Nous définissons les variables de décision x et y , avec $x_a^{r;\pi} = 1$ si la ressource r avec la propriété π est affectée au rendez-vous a et $y_a^t = 1$ si le rendez-vous a commence au créneau t .

La qualité d'une solution est relative au nombre de rendez-vous $a \in A$ non planifiés (somme des pénalités $Essential_a$) ainsi qu'au retard de planification des rendez-vous urgents (somme des retards pondérés par $Emergency_a$) comme le précise l'équation 1 de la fonction objectif f à minimiser.

$$f = \sum_{a \in A} (1 - \sum_{t \in [ES_a; LS_a]} y_a^t) \times Essential_a + \sum_{a \in A} \sum_{t \in [ES_a; LS_a]} y_a^t \times \frac{t - ES_a}{LS_a - ES_a} \times Emergency_a \quad (1)$$

3 Benchmarks et résultats

Nous avons généré des instances de test à partir de 4 scénarios différents, élaborés avec l'aide de planificateurs dans différents établissements de santé en France.

*Cet article est supporté par le projet LORH (CIFRE N° 2018/0425 entre Evolucare et le laboratoire MIS)

Instance	Nombre de ressource		Disponibilité des ressources	Durée des rendez-vous	Nombre de rendez-vous		Horizon
					Par patient	Au total	
<i>SurgDep</i>	$\pi_1 =$ patient	16	100%	3 - 7 créneaux	1	16	23
	$\pi_2 =$ chirurgien	4	83%				
	$\pi_3 =$ salle	4	83%				
<i>Admission</i>	$\pi_1 =$ patient	8	75%	1 - 2 créneaux	9	72	120
	$\pi_2 =$ spécialiste	4	75%				
<i>RehabCenter</i>	$\pi_1 =$ patient	24	100%	4 créneaux	4	96	20
	$\pi_2 =$ médecin	12	100%				
	$\pi_3 =$ kinésithérapeute	6	100%				
	$\pi_4 =$ ergothérapeute	6	100%				
<i>CardioRehab</i>	$\pi_1 =$ patient	16	77%	2 créneaux	8	128	104
	$\pi_2 =$ spécialiste	10	77%				

FIG. 1 – Description des instances.

Les caractéristiques des scénarios sont décrites dans la figure 1. Pour chaque scénario, nous donnons le nombre de ressource par propriété $\pi \in \Pi$, le taux de disponibilité de ces ressources, l'intervalle des durées des rendez-vous $a \in A$, les nombres de rendez-vous par patient et au total et le nombre de créneaux composant l'horizon.

À partir de chaque scénario, nous avons généré trois instances. Les premières instances n'ont aucun rendez-vous urgents ou importants. Pour augmenter la difficulté des instances suivantes, nous avons augmenté progressivement le nombre de rendez-vous urgents et importants. Nous avons implémenté le modèle sous CPLEX et nous avons effectué les tests sur un processeur Intel i5-8350U. Nous limitons le temps de calcul à deux heures. Pour tous les scénarios excepté *CardioRehab*, CPLEX trouve une solution optimale avant d'atteindre la limite de temps. Nous remarquons également que le nombre croissant de rendez-vous importants et urgents n'implique pas forcément une augmentation du temps de calcul. Cependant, le temps de calcul augmente avec le nombre de rendez-vous du scénario.

4 Conclusion et perspectives

Dans cet article, nous avons décrit et formalisé notre problème de planification. Nous avons proposé un modèle que nous avons implémenté sous CPLEX. Nous avons également généré des instances à partir de scénarios concrets afin de le tester. L'optimalité a été atteinte pour la plupart des instances et ce modèle a prouvé son efficacité sur divers problèmes de planification du domaine médical. Cela constitue des résultats de référence qui nous seront utiles pour comparer différentes techniques permettant de résoudre ces problèmes. Nous prévoyons de développer un algorithme génétique pour résoudre de plus grandes instances.

Références

- [1] I. Bendavid B. Shnits and Y.N. Marmor. An appointment scheduling policy for healthcare systems with parallel servers and pre-determined quality of service. *Omega, Pergamon*, 2019.
- [2] M.R. Garey and D.S. Johnson. *Computers and Intractability : A Guide to the Theory of NP-Completeness*. Series of Books in the Mathematical Sciences, W. H. Freeman, 1979.
- [3] C. Le Pape C. P. Baptiste, P. Laborie and W.Nuijten. Constraint-based scheduling and planning. *Handbook of Constraint Programming*, pages 761–799, 2006.