

Étude de l'impact de l'équilibrage de la charge de travail du personnel dans un service de soins infirmiers à domicile

Jérémy Decerle¹, Olivier Grunder¹, Amir Hajjam El Hassani¹, Oussama Barakat²

¹ IRTES EA 7274, Univ. Bourgogne Franche-Comté, UTBM, F-90010 Belfort, France
{jeremy.decerle, olivier.grunder, amir.hajjam-el-hassani}@utbm.fr

² Nanomedicine Lab, Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-25000 Besançon, France
{oussama.barakat}@univ-fcomte.fr

Mots-clés : *hospitalisation à domicile, équilibrage de tournées, multi-objectif, algorithme mémétique*

1 Introduction et présentation du problème

Les services de soins infirmiers à domicile (SSIAD) fournissent des soins afin de maintenir l'autonomie des personnes en situation de dépendance à leur domicile. La demande étant en forte croissance en France depuis la fin du 20^{ème} siècle [1], les SSIAD s'intéressent à l'optimisation de leurs activités ce qui entraîne un intérêt accru de la recherche dans ce domaine.

La planification des tournées du personnel soignant est le plus souvent gérée par un infirmier coordinateur. Cette tâche est très complexe notamment à cause des nombreuses contraintes à prendre en compte (disponibilité des patients, visites synchronisées, ...) mais aussi par la périodicité quotidienne de la tâche. De plus, l'organisation des tournées doit prendre en compte des critères de lourdeur globale des tournées de manière à harmoniser la charge de travail totale de chaque personnel soignant et ainsi, limiter les risques psychosociaux notamment liés au stress mais aussi les risques routiers dus à la fatigue engendrée par une lourde charge de travail.

En conséquence, la planification des tournées du personnel est un problème multi-objectif dont le but est de minimiser le temps de travail total tout en équilibrant la charge de travail. La recherche sur la planification des tournées pour l'hospitalisation à domicile étant souvent basée sur un cas réel, la notion de charge de travail est variable. Ainsi, la charge de travail peut être considérée comme la durée totale des soins [2] ou comme la distance totale à parcourir [3]. L'équilibrage de la charge de travail du personnel étant opposé à la minimisation du temps de travail total, il est nécessaire d'étudier la définition de la charge de travail afin de pouvoir proposer un équilibre entre l'optimisation de ces objectifs contradictoires. En effet, le temps de travail d'un personnel soignant peut être réparti entre trois activités : le temps de déplacement, le temps passé à fournir des soins et le temps d'attente.

Dans ce contexte, l'originalité de notre contribution est l'analyse de l'impact de l'équilibrage de chaque activité du personnel soignant sur les différents objectifs. Le but est d'identifier les configurations qui permettent d'équilibrer le temps de travail du personnel soignant tout en limitant l'augmentation du temps de travail total et le non-respect des contraintes souples.

2 Modélisation, résolution du problème et conclusion

On considère un problème de planification des tournées du personnel où travaillent m personnels soignants devant effectuer s visites chez des patients. L'ensemble des patients et des SSIAD représente n points de visite correspondant aux destinations possibles des personnels soignants pendant leurs tournées. Le coût du trajet pour aller de i vers j est défini par le paramètre c_{ij} . Le paramètre binaire δ_{ij} est égal à 1 si les visites i et j doivent être synchronisées. Enfin, les

paramètres α , β et γ permettent de définir la notion de charge de travail en faisant varier leurs valeurs et ainsi indiquer les activités équilibrées dans la fonction objectif.

L'objectif du problème est de minimiser la somme pondérée des différents objectifs en optimisant la fonction objectif (1) ci-dessous :

$$\min \quad \left(\sum_{i,j,k} x_{ij}^k \cdot c_{ij} \right) + \left(\sum_i f_i + \sum_{i,j} \delta_{ij} \cdot g_{ij} \right) + \omega \cdot (\alpha \cdot W_d + \beta \cdot W_c + \gamma \cdot W_v) \quad (1)$$

L'objectif est de minimiser la somme pondérée du temps de déplacement total du personnel soignant, la somme des pénalités dues à la non-satisfaction des contraintes souples de fenêtre de temps des patients et des visites synchronisées et la différence maximale de charge de travail entre les personnels soignants.

La fonction f_i calcule la pénalité pour le non-respect de la fenêtre de temps souple du patient i tandis que la fonction g_{ij} renvoie la pénalité pour le non-respect de la synchronisation entre les visites i et j . Par ailleurs, les variables W_d , W_c et W_v représentent respectivement la différence maximale de temps de trajet, temps de soin et temps d'attente entre le personnel soignant.

Des expérimentations ont été réalisées sur toutes les combinaisons possibles de (α, β, γ) afin d'analyser l'impact de l'équilibrage de chaque activité sur la fonction objectif. Dans le but d'étudier plus précisément l'impact de l'équilibrage d'une activité sur les différentes composantes de la fonction objectif, les paramètres α , β et γ ont été restreints à des valeurs binaires lors des expérimentations. Le paramètre ω est défini à 100 afin de mettre en valeur l'impact de l'équilibrage de la charge de travail sur la fonction objectif. Un algorithme mémétique a été implémenté afin d'effectuer les expérimentations sur des instances de la littérature [2]. Les résultats obtenus montrent des effets différents en fonction des activités équilibrées. Ainsi, l'équilibrage du temps de soin permet de réduire de plus de 90% la différence maximale de temps de travail entre les personnels soignants. Cependant, cela a aussi un impact négatif puisque le temps total de travail du personnel soignant augmente jusqu'à 8% sur les instances de grande taille. De manière similaire, l'équilibrage du temps de trajet montre des résultats similaires dans une moindre mesure avec une réduction de la différence maximale du temps de travail entre les personnels de l'ordre de 60% tout en impliquant une augmentation du temps de travail total de seulement 2% mais également une augmentation du non-respect des contraintes souples de 56%. Enfin, l'équilibrage du temps d'inactivité a peu d'impact sur les résultats et ne permet pas de tirer des conclusions. Le temps d'inactivité du personnel soignant ne représente en effet que 0.1% du temps de travail.

En conséquence, la meilleure stratégie concernant l'équilibrage de la charge de travail dépendra du souhait des décideurs. Afin d'obtenir le meilleur équilibrage du temps de travail du personnel, il faudra équilibrer les activités qui représentent la majeure partie du temps passé par le personnel soit les combinaisons $(0,1,0)$ et $(1,1,0)$ pour les valeurs de (α, β, γ) . En revanche, si l'on souhaite garder un équilibre entre l'amélioration de l'équilibrage de la charge de travail du personnel et l'augmentation du temps de travail total, il faut privilégier les activités importantes sans toutefois être majeures, la combinaison $(1,0,0)$ étant une bonne alternative.

Enfin, il sera intéressant d'implémenter un algorithme évolutionnaire pour l'optimisation multi-objectif afin d'analyser le compromis possible entre les trois objectifs à atteindre.

References

- [1] Dominique Bertrand. Les services de soins infirmiers à domicile en 2008. *Etudes et résultats*, 739, 2010.
- [2] David Bredström and Mikael Rönnqvist. Combined vehicle routing and scheduling with temporal precedence and synchronization constraints. *European journal of operational research*, 191(1):19–31, 2008.
- [3] Nicolas Jozefowicz, Frédéric Semet, and El-Ghazali Talbi. Target aiming pareto search and its application to the vehicle routing problem with route balancing. *Journal of Heuristics*, 13(5):455–469, 2007.