

# Heuristique pour le Problème de Conception des Tournées du Personnel Soignant avec Contraintes Multiples dans les Structures d'Hospitalisation à Domicile

Laila En-nahli , Sohaib Afifi, Hamid Allaoui, Issam Nouaouri

Univ. Artois, EA 3926, Laboratoire de Génie Informatique et d'Automatique de l'Artois (LGI2A),  
Béthune, F-62400, France

`laila_en-nahli@ens.univ-artois.fr` , `sohaib.afifi@univ-artois.fr`,  
`hamid.allaoui@univ-artois.fr`, `issam.nouaouri@univ-artois.fr`

**Mots-clés** : *hospitalisation à domicile, optimisation, heuristiques, problèmes de tournées de véhicules, recherche locale, iterated local search*

## 1 Introduction

Les structures d'hospitalisation à domicile (HAD) sont en pleine croissance en France. Depuis 2009, elles sont considérées comme des établissements de santé à part entière, et en assument toutes les obligations en matière de sécurité, de qualité, de continuité des soins et de respect des droits des patients. L'HAD est un système complexe et difficile à gérer de point de vue humain et matériel. De ce fait, les structures de l'HAD doivent être parfaitement organisées afin d'assurer la qualité, la permanence et la continuité des soins pour les patients, et de respecter la charge de travail des soignants, tout en réduisant les coûts relatifs aux processus des soins. Nous nous intéressons à la conception des tournées du personnel soignant chez les patients (VRP) en prenant en considération de multiples contraintes (fenêtres de temps, synchronisation, etc). Nous proposons un outil d'aide à la décision basé sur la programmation linéaire mixte ainsi qu'une méthode approchée afin d'établir une planification quotidienne des soins à domicile. Les auteurs [5] présentent un état d'art des travaux abordant cette problématique.

## 2 Présentation du problème

Nous considérons un ensemble de patients ayant besoin d'un ensemble de services (soins). Chaque service est caractérisé par une durée de soins, un nombre de ressources demandées pour accomplir les soins, une compétence requise, une date de début au plus tôt et une date de début au plus tard du service. Les ressources humaines travaillent à temps plein et sont caractérisées par une qualification allant de 1 (soins usuels) jusqu'à 5 (soins avancés). Le personnel soignant commence et termine sa tournée dans la structure HAD et ne doit pas dépasser une charge de travail maximale dans la journée. Il doit attribuer les soins aux patients et disposer d'une pause repas en respectant les fenêtres de temps. Le temps d'attente d'une ressource est le temps qui s'écoule entre la date d'arrivée de la ressource au domicile du patient et la date de début au plus tôt des soins. Dans notre solution nous cherchons à satisfaire l'ensemble des patients en leur permettant d'être visités, dans la mesure du possible, par le personnel de leur choix. Tous les patients doivent être soignés dans la journée. Le modèle proposé inclut les quatre objectifs suivants : (1) Minimiser le temps de voyage entre les domiciles des patients, (2) Minimiser le temps d'attente du personnel soignant, (3) Maximiser la satisfaction des patients en leur permettant d'être visités par les ressources de leur choix, (4) Maximiser le facteur d'opérabilité minimal de chaque ressource afin d'assurer une répartition équilibrée de la charge de travail du personnel de la santé. Sous les contraintes :

- La disponibilité des patients exprimée par les fenêtres de temps.
- Les visites partagées : un patient peut avoir besoin de plusieurs ressources pour ses soins.
- L'inclusion de la pause repas pour le personnel soignant.
- L'affinité entre patient-personnel soignant.
- La prise en considération des compétences du personnel soignant, chaque patient ne peut être soigné que par la compétence adéquate à son besoin.

### 3 Approche proposée

Nous avons résolu la problématique étudiée avec la programmation linéaire mixte. Notre programme a prouvé sa performance en termes de temps de calcul pour les petites instances. Pour les grandes instances, nous développons une méthode approchée qui constitue une alternative très intéressante pour traiter les instances de grande taille.

Pour prouver la performance de nos heuristiques développées, nous procédons par étapes, en rajoutant nos contraintes une par une, tout en comparant nos résultats avec ceux de la littérature. Nous avons commencé par prendre en considération les contraintes des fenêtres de temps et de synchronisation [4, 3].

Pour cette problématique, nous proposons un algorithme basé sur la méta-heuristique ILS (Iterated local Search) couplé avec une variante de la méta-heuristique RVND (Random Variable Neighborhood Descent). Notre méthode intègre quelques techniques de recherche locale de la littérature [2] (Déplacement et Echange..) que nous avons adaptés aux contraintes de synchronisation pour éviter le cas du 'cross synchronization' [1]. Le RVND permet de faire une recherche locale combinant les différents opérateurs de recherche locale implémentés.

Nous avons testé notre méthode sur les instances de la littérature [4]. Notre algorithme est en mesure de produire des solutions de qualité en se comparant avec les méthodes de la littérature [4, 1]. Une étude de la performance de nos opérateurs de recherche locale a été menée afin de détecter le meilleur opérateur en termes de temps de calcul et d'amélioration de solution. Cette étude nous permettra de faire une recherche locale dynamique dans la suite de nos travaux.

**Remerciement** : Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une thèse de doctorat portant sur l'hospitalisation à domicile, financée par la région Nord Pas de Calais et l'université d'Artois.

### Références

- [1] Sohaib Afifi, Duc-Cuong Dang, and Aziz Moukrim. Heuristic solutions for the vehicle routing problem with time windows and synchronized visits. *Optimization Letters*, Mar 2015.
- [2] Olli Bräysy and Michel Gendreau. Vehicle routing problem with time windows, part I : Route construction and local search algorithms. *Transportation science*, 39(1) :104–118, 2005.
- [3] David Bredstrom and Mikael Rönnqvist. A branch and price algorithm for the combined vehicle routing and scheduling problem with synchronization constraints. *NHH Dept. of Finance & Management Science Discussion Paper*, (2007/7), 2007.
- [4] 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.
- [5] Semih Yalcindag, Andrea Matta, and Evren Sahin. Human resource scheduling and routing problems in home health care context : A literature review. Technical report, Laboratoire Génie Industriel, Ecole Centrale Paris, October 2012. Cahiers de recherche 2012-10.