



**HAL**  
open science

## Un outil pour la replanification long-terme dans le secteur du service à domicile

Clea Martinez, Maria Di Mascolo, Marie-Laure Espinouse, Jérôme Radureau

### ► To cite this version:

Clea Martinez, Maria Di Mascolo, Marie-Laure Espinouse, Jérôme Radureau. Un outil pour la replanification long-terme dans le secteur du service à domicile. GISEH 2020 - 10ème conférence francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, Oct 2020, Valenciennes ( en ligne), France. <hal-03033383>

**HAL Id: hal-03033383**

**<https://hal.science/hal-03033383v1>**

Submitted on 1 Dec 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# Un outil pour la replanification long-terme dans le secteur du service à domicile

Martinez Cléa<sup>1</sup>, Di Mascolo Maria<sup>1</sup>, Espinouse Marie-Laure<sup>1</sup>, Radureau Jérôme<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP\*, G-SCOP, 38000 Grenoble, France, prenom.nom@grenoble-inp.fr

<sup>2</sup> Adomni – Quemera, France, j.radureau@quemera.fr

**Résumé.** La planification de tournées de soins et services à domicile constitue un vrai défi pour les structures spécialisées : il s'agit de fournir des soins ou services à des bénéficiaires dits « fragiles » en respectant de nombreuses contraintes légales, mais surtout des contraintes humaines inhérentes au secteur de la santé. Les plannings ainsi créés sont souvent relativement instables, d'une part à cause du fort roulement du personnel, d'autre part à cause de l'évolution constante de l'état de santé, et donc des besoins, des bénéficiaires. Dans cet article, nous présentons un outil d'aide à la décision pour résoudre un problème de replanification sur le long terme dans le secteur du soin et du service à domicile. Les contraintes et objectifs ont été élaborés à partir d'un cas réel fourni par la société Adomni, une agence de service à domicile officiant en Rhône-Alpes, qui souhaite améliorer la prise en charge des bénéficiaires en améliorant les conditions de travail des salariés, tout en assurant un équilibre économique. L'outil proposé a ensuite été testé sur les instances réelles fournies par cette entreprise.

**Mots clés:** recherche opérationnelle et santé, service à domicile, planification, aléas.

## Introduction

La prise en charge à domicile permet aux bénéficiaires de recevoir des soins chez eux, tout en désengorgeant les hôpitaux et autres structures médicales ou paramédicales. Avec le vieillissement des populations occidentales, les entreprises de soins et services à domicile doivent trouver de nouvelles solutions pour faire face à une demande en pleine explosion (Guinet, 2014). La planification des interventions, généralement confiée à des employés expérimentés, mais réalisée manuellement, devient chronophage et bien souvent inefficace pour résoudre des problèmes à plus grande échelle. Il apparaît donc nécessaire de concevoir des outils d'aide à la décision pour automatiser les tâches de planification et construire des emplois du temps qui soient satisfaisants à la fois pour l'employeur, les intervenants, et les bénéficiaires.

Disposer de solutions efficaces pour planifier les interventions n'est malheureusement pas toujours suffisant pour répondre au challenge que représente la planification dans le secteur du service à domicile. En effet, de nombreux aléas peuvent rendre irréalisable un planning pourtant théoriquement optimal. Il convient alors de replanifier les interventions pour pallier ces imprévus. Nous nous intéressons en particulier aux variations dans la composition du personnel et des bénéficiaires d'une structure de services à domicile. Au cours des semaines, l'état de santé d'un bénéficiaire peut se dégrader, ce qui conduit à une évolution de ses besoins, et donc des services requis, ou encore à son départ de la structure s'il doit être hospitalisé par exemple. Lorsque des bénéficiaires partent, l'établissement peut, si la main d'œuvre le permet, accepter de nouveaux bénéficiaires qu'il faudra intégrer aux plannings. De même, on observe un fort roulement du personnel dans le secteur du service à domicile car les intervenants sont soumis à des conditions de travail difficiles et stressantes.

Face à ces aléas, recalculer systématiquement des tournées optimales ne constitue pas toujours une solution adaptée dans un contexte où l'aspect humain est primordial. La stabilité représentant un facteur majeur dans la satisfaction des patients, les plannings doivent respecter des contraintes de continuité de soins et de services,

---

\* Institute of Engineering Univ. Grenoble Alpes

en gardant des horaires fixes d'une part, et en affectant toujours les mêmes intervenants aux mêmes patients d'autre part. Afin de ne pas aggraver ces instabilités, la prise en compte de la satisfaction des intervenants est également primordiale. En effet, des emplois du temps qui ne sont pas satisfaisants pour le personnel accentuent le phénomène de turnover, ce qui impacte la qualité de service de l'entreprise. Dans un domaine où la concurrence est de plus en plus féroce (Béguin, 2018), fournir des plannings adaptés et cohérents est indispensable et constitue un argument majeur pour le recrutement de personnel qualifié.

Notons que la replanification sur le long terme consiste à construire de nouveaux plannings durables en fonction de l'évolution du personnel et des bénéficiaires, tandis qu'une replanification court-terme vise plutôt à proposer une réparation rapide d'un planning compromis par un aléa ponctuel, tel que l'absence soudaine d'un intervenant pour une journée.

Dans cet article, nous présentons un outil développé pour répondre à un problème de replanification long-terme rencontré par une entreprise de services à domicile officiant en Rhône-Alpes. Nous proposons tout d'abord une succincte revue des travaux existants dans la littérature, suivie d'une description plus précise du problème considéré. Dans la section 3 nous évoquons brièvement notre stratégie de résolution, avant de présenter l'outil développé pour proposer des solutions dans un cas pratique en section 4. Les résultats de nos tests sont détaillés en section 5. Enfin, nous abordons en conclusion les pistes de recherche pour de futurs travaux.

## 1 Positionnement dans la littérature

Le problème du Home Health Care Routing and Scheduling (HHCERSP), c'est-à-dire le problème de planification de tournées de soins à domicile, apparaît pour la première fois, à notre connaissance, en 1997 dans l'article (Begur et al., 1997). Un système d'aide à la décision couplé à un système d'information géographique permet de créer et visualiser des tournées de soins. La planification se base sur l'adaptation d'heuristiques issues des algorithmes de résolution des problèmes de tournées de véhicules (VRP), notamment les méthodes classiques développées dans (Lin and Kernighan, 1973) et (Clarke and Wright, 1964). La modélisation du HHCERSP comme une variante du VRP est assez classique, et (Cheng and Rich, 1998) sont les premiers à en adapter la formulation en programmation linéaire mixte. Ils modélisent le problème comme un problème de tournées de véhicules avec fenêtres de temps et dépôts multiples, sur un horizon d'une seule période. L'objectif est de minimiser les heures supplémentaires, et leurs tests sont menés sur des instances de petite taille composées de 4 infirmières et 10 patients.

Depuis, de nombreux travaux de recherche se sont attachés à la résolution de tels problèmes car ils constituent une problématique d'actualité à la fois sur le terrain, mais aussi dans le domaine de la recherche avec de véritables verrous scientifiques. La plupart de ces travaux sont recensés dans les récentes revues de littérature auxquelles le lecteur pourra se référer pour plus de détails : (Cissé et al., 2017; Di Mascolo et al., 2017; Fikar and Hirsch, 2017).

Etant donné que le problème est difficile, il est souvent traité avec des métaheuristiques (Decerle et al., 2018), ou abordé avec des méthodes de décomposition, comme l'approche développée dans l'outil que nous présentons ici. (Grenouilleau et al., 2017) propose un algorithme en deux étapes pour résoudre le problème de planification avec minimisation des heures supplémentaires, contraintes de qualifications du personnel, et possibilité de ne pas fournir tous les services demandés. Un algorithme de type LNS permet de générer des routes réalisables, puis un modèle de set partitioning, dont la relaxation linéaire est réparée par une heuristique constructive, permet de sélectionner les routes composant le planning final.

La plupart du temps, les objectifs étudiés concernent les aspects économiques du problème, à savoir la minimisation des coûts (Fathollahi-Fard et al., 2019). Toutefois, un intérêt particulier est également porté à la

satisfaction des patients (Mosquera et al., 2019). La satisfaction des intervenants, quant à elle, plus rarement étudiée, consiste principalement à équilibrer la charge de travail des intervenants (Cappanera and Scutellà, 2014). Les trois acteurs du problème, à savoir les intervenants, les bénéficiaires, et les dirigeants de la structure ont généralement des intérêts et objectifs divergents. (Carello et al., 2018) utilise un programme linéaire avec plusieurs fonctions objectifs intégrées dans une méthode de seuil, qui permet d'établir un compromis entre toutes les parties prenantes du problème.

Si les travaux de recherche cités ci-dessus traitent du problème de planification statique, il convient de noter que dans le secteur du service à domicile, il est rare de pouvoir maintenir un planning fonctionnel sur une longue période. En effet, l'instabilité inhérente au domaine de la santé rend rapidement les plannings obsolètes, ou non adaptés à l'aspect dynamique du problème (Cappanera et al., 2018).

Dans (Heching et al., 2019), une décomposition de Benders est utilisée pour résoudre de manière exacte le problème de replanification suite au départ ou à l'arrivée de patients. La première étape consiste à résoudre un problème d'affectation avec un programme linéaire mixte. Ensuite, un modèle de programmation par contraintes permet de planifier les tournées. L'objectif est de maximiser le nombre de patients visités sur un horizon hebdomadaire, tout en respectant des contraintes de continuité. (Nickel et al., 2012) résout également le problème de replanification en intégrant de nouveaux patients au système avec une heuristique d'insertion, puis en améliorant la solution grâce à un algorithme de type LNS. Si l'évolution de la population de patients est considérée dans ces deux articles, la composition du personnel reste par contre inchangée.

Dans la littérature du domaine, une grande variété de contraintes et objectifs ont été considérés. Toutefois, beaucoup de travaux restent théoriques et ne permettent pas de traiter des cas réels ou d'offrir des solutions opérationnelles puisque, par exemple, les contraintes légales sont bien souvent traitées en partie seulement. (Szander et al., 2018) désire réduire cet écart entre recherche théorique et situation réelle en étudiant le cas d'un centre de soins à domicile en Hongrie, où les horaires des tâches sont fixes, et l'objectif est de minimiser les coûts de trajet tout en maximisant la satisfaction des bénéficiaires avec un MILP. (Gomes and Ramos, 2019) traitent un problème de replanification avec des contraintes de non-continuité de soins peu usuelles dans la littérature, mais issues de cas réels rencontrés au Portugal. A l'aide de différents programmes linéaires mixtes, ils développent une approche multi-objectif qui vise à réduire les temps de trajets tout en minimisant les perturbations liées aux départs et arrivées de nouveaux patients. Ici encore, les changements du personnel ne sont pas considérés.

Nous nous intéressons ici à un cas réel qui comprend plus de contraintes que la plupart des travaux de la littérature puisque nous considérons la quasi-totalité des contraintes issues des conventions collectives françaises (pauses déjeuner, coupures, trajets). Nous prenons en compte les variations des bénéficiaires, mais également du personnel. Il s'agit de proposer des solutions opérationnelles qui respectent donc à la fois la législation, mais aussi plusieurs règles d'usage. Nous proposons un outil qui permettra aux employés en charge de la planification de générer eux-mêmes les nouveaux emplois du temps, et de maintenir la base de données à jour au fil de l'évolution du personnel et de la population de bénéficiaires. Il convient de noter que nous arrivons à résoudre de manière exacte des instances de taille réelle (jusqu'à 18 intervenants).

## **2 Description du problème**

Nous considérons le cas d'une structure de services à domicile, qui emploie des intervenants caractérisés par des niveaux de qualification différents, des disponibilités horaires spécifiques et un volume de travail mensuel contractuel et individualisé. L'objectif de la planification est de fournir un ensemble de services requis par un ensemble de bénéficiaires et nécessitant différents types de qualifications.

Nous supposons qu'un planning prévisionnel a déjà été établi, mais est devenu obsolète de par l'évolution du personnel ou de l'ensemble des bénéficiaires. Nous considérons les cas où un ou plusieurs bénéficiaires et/ou intervenants quittent la structure, et où des nouveaux bénéficiaires et/ou intervenants doivent au contraire être intégrés aux plannings.

## 2.1 Contraintes

Il convient de concevoir de nouvelles tournées de manière à ce que tous les services soient fournis, en respectant des contraintes que nous avons réparties en plusieurs catégories : les contraintes de continuité, les contraintes légales, et les contraintes issues du terrain.

**Contraintes de continuité.** Deux types de contraintes de continuité sont considérées : les contraintes de continuité horaire et les contraintes de continuité humaine. Ces contraintes sont des éléments caractéristiques de la replanification long-terme.

Nous devons respecter la continuité horaire en gardant inchangés les horaires des interventions par rapport aux horaires prévus dans le planning initial, ces horaires sont en effet contractuels dans notre cas d'étude.

Ensuite, nous devons respecter des contraintes de continuité dite « humaine ». Nous définissons pour chaque bénéficiaire un taux de continuité, en fonction du nombre d'intervenants qu'il connaît et du nombre maximal d'intervenants différents qu'il tolère. Selon la valeur de ce taux, on peut autoriser l'intervention de salariés encore inconnus du bénéficiaire. Cela permet à la fois d'intégrer les nouveaux arrivants dans les plannings, et de pallier le départ des intervenants.

Les contraintes de continuité temporelle sont à notre connaissance peu ou pas étudiées dans la littérature. Quant aux contraintes de continuité humaines, elles représentent un véritable verrou scientifique.

**Contraintes légales.** Ces contraintes sont issues des conventions collectives françaises (Legifrance, 2012)

Il s'agit de borner l'amplitude horaire d'une journée de travail, la durée effective de travail d'une journée, d'une semaine, et d'un mois de travail, de garantir des pauses et notamment la pause déjeuner, et d'interdire de trop nombreuses coupures et plus particulièrement de longues coupures.

Par amplitude horaire, nous entendons la durée totale d'une journée de travail, à l'exception du premier et dernier trajet de la journée, et des trajets contenus dans les coupures de plus de 90 minutes. Le temps d'attente correspond au temps non travaillé entre deux interventions successives, sans compter le temps de trajet, et uniquement s'il est inférieur à 90 minutes. Quant au temps de travail effectif, il s'agit de la durée totale des services effectués au cours de la journée, des temps d'attente strictement inférieurs à 15 minutes entre deux services et des temps de trajet, exceptés le premier et dernier de la tournée. Nous nous assurons que chaque intervenant bénéficie d'une pause déjeuner, et de pauses lorsqu'il travaille pendant plus de 6h d'affilée.

Enfin, un intervenant doit avoir les qualifications nécessaires pour fournir un service.

**Contraintes issues du terrain.** Certaines contraintes sont des contraintes d'usage, inhérentes au secteur du service à domicile, ou bien des contraintes d'usage spécifiques à la structure à laquelle nous nous intéressons. Nous construisons des plannings au quart d'heure, pour des raisons pratiques évidentes. Nous autorisons les heures supplémentaires mais dans une limite de 20% par rapport au volume horaire contractuel de l'intervenant concerné. Il est possible d'exécuter consécutivement deux services dont les horaires se chevauchent, si la durée dudit chevauchement (temps de trajet compris) n'excède pas 10 minutes. Enfin, lorsque le planning est réalisé pour une semaine, le volume horaire contractuel est ramené à un volume hebdomadaire en divisant le volume mensuel par 4,33.

## 2.2 Objectif

L'objectif est de minimiser le temps d'attente total induit par le planning, c'est-à-dire la somme de tous les temps d'attente des intervenants sur l'horizon de planification. Les temps d'attente sont décomptés au sens des conventions collectives, à savoir comme la somme de tous les temps non travaillés inférieurs à 90 minutes entre deux interventions successives, sans compter les temps de trajet.

## 3 Méthode de résolution

Notre méthode de résolution est une méthode exacte qui s'appuie sur une décomposition du problème en deux sous-problèmes : la génération de l'ensemble des tournées journalières admissibles, puis la sélection d'un ensemble de tournées journalières pour réaliser un planning hebdomadaire (ou éventuellement mensuel).

Dans un précédent article (Martinez et al., 2019), nous avons proposé un algorithme permettant de résoudre un problème théorique proche. Dans l'outil présenté ici, nous l'avons adapté afin de prendre en compte l'ensemble des contraintes terrains et couvrir l'ensemble des aléas considérés, et non plus seulement les départs de bénéficiaires.

### 3.1 Génération de tournées

Nous commençons par générer un ensemble de graphes, un par jour et par intervenant, pour représenter notre problème. Pour un graphe particulier, l'ensemble des sommets représente l'ensemble des services qui pourraient être fournis par cet intervenant. Dans notre cas, il s'agit donc des services pour lesquels l'intervenant est qualifié, dont les horaires correspondent à ses disponibilités, et dont le requérant est compatible avec les contraintes de continuité du problème. A cet ensemble de sommets, nous ajoutons deux services fictifs, une source et un puits, représentant les points de départ et d'arrivée d'une tournée.

Puis nous créons des arcs entre tous les couples de services susceptibles d'être réalisés consécutivement par le même intervenant. Il s'agit donc de s'assurer que les horaires des deux services sont compatibles, en particulier en ce qui concerne le trajet entre les domiciles des deux bénéficiaires concernés.

Un chemin de la source jusqu'au puits représente un enchaînement de services compatibles, c'est-à-dire une tournée journalière. Cette tournée sera dite admissible si elle respecte toutes les contraintes légales journalières. De par la construction du graphe, nous nous sommes déjà assurés du respect des contraintes de continuité et de qualifications.

Afin de borner les amplitudes et temps effectifs de travail des tournées, nous pondérons chaque arc par le temps de trajet entre les deux domiciles des bénéficiaires concernés, la durée du premier service de l'arc, et le temps d'attente entre les deux services, au sens des conventions collectives (défini ci-dessus).

Si l'on génère un chemin de la source jusqu'au puits en bornant sa longueur, alors on peut contrôler l'amplitude, le temps de travail effectif, et le temps d'attente de la tournée auquel il correspond. En adaptant l'algorithme proposé dans (Rizzi et al., 2015), nous pouvons énumérer efficacement toutes les tournées journalières admissibles pour un intervenant un jour donné. Cet algorithme est un algorithme à délai polynomial.

### 3.2 Sélection de tournées

Une fois toutes les tournées générées, il convient de sélectionner une tournée par jour et par intervenant, de telle manière que les contraintes légales hebdomadaires et/ou mensuelles soient respectées, et que le temps d'attente global des intervenants soit minimal.

A cet effet, nous utilisons un programme linéaire en nombres entiers pour résoudre ce problème de « set partitioning ».

## 4 Présentation de l'outil

L'algorithme décrit précédemment a été développé en Java. Nous avons également développé une interface graphique basique dans un fichier Excel, qui contient par ailleurs toutes les données relatives aux bénéficiaires et intervenants de la structure de services à domicile considérée, ainsi que les paramètres issus de notre cas d'étude et nécessaires à l'exécution de l'algorithme. L'interface fournie permet à l'utilisateur de faire des modifications dans la base de données et le paramétrage du logiciel, puis de créer des tournées.

Grâce à des formulaires dédiés, l'utilisateur peut ajouter de nouveaux bénéficiaires ou intervenants, modifier des bénéficiaires ou intervenants déjà rentrés dans la base de données, ou bien les supprimer. Les calculs de distances et temps de trajet entre les bénéficiaires sont alors calculés automatiquement à partir des adresses renseignées, en utilisant les données fournies par Google Maps via son API de géolocalisation.

Les paramètres relatifs aux règles issues des conventions collectives et des contraintes d'usage de notre cas d'application peuvent également être modifiés, ainsi que la sectorisation du domaine d'action de l'entreprise.

L'utilisateur fournit un planning initial précédemment conçu, et à partir de la base de données mise à jour avec les dernières évolutions du personnel et des bénéficiaires, l'algorithme recalcule les tournées et retourne dans un fichier Excel la liste des changements par rapport au planning initial fourni en entrée. La planificatrice disposera ainsi de la liste des interventions réaffectées avec leur date, leurs horaires de début et de fin (inchangés puisque fixés contractuellement), le nom du bénéficiaire, puis le nom du nouvel intervenant affecté.

## 5 Tests et résultats

Nous conduisons nos tests sur plusieurs secteurs géographiques sur lesquels intervient Adomni. Nous partons de plannings initiaux hebdomadaires établis en août, et nous souhaitons à présent adapter ce planning pour correspondre à la population de bénéficiaires et d'intervenants d'octobre, qui a évolué depuis août. Les résultats sont indiqués dans le Tableau 1. Chaque instance est caractérisée par son nombre de bénéficiaires actuels, son nombre d'intervenants actuels, et le nombre de services requis sur la semaine. Dans la colonne « Variation bénéficiaires » (resp. « Variations intervenants »), nous spécifions le nombre de changements dans les bénéficiaires (resp. intervenants) par rapport au moment où le planning initial a été établi. Ainsi, « +1/-2 », signifie qu'une personne a intégré la structure, et que deux personnes l'ont au contraire quittée. Puis, nous indiquons la somme des temps d'attente et des temps de trajets de tous les intervenants sur toute la semaine, calculés au sens des conventions collectives. Enfin nous indiquons le temps d'exécution de l'algorithme.

Les tests ont été menés sur une machine avec les caractéristiques suivantes : Intel RCoreTMi5-7440HQ CPU 2.80GHz et 16 GO de RAM. L'algorithme a été développé en Java, et nous utilisons le solveur CPLEX pour résoudre le PLNE.

Sur chacune des instances traitées, nous avons une variation de bénéficiaires et/ou d'intervenants pour laquelle il convient de noter que le volume horaire de travail global et le volume horaire global de services demandés restent semblables à ceux qui composaient le planning initial.

**Tableau 1 : Résultats**

Nombre de bénéficiaires	Nombre d'intervenants	Nombre de services	Variation bénéficiaires	Variation intervenants	Temps d'attente (h)	Temps de trajets (h)	Temps d'exécution (s)
3	4	56	-	+1/-1	4,2	3.8	2.2
18	6	95	+2/-4	-	8,41	5.7	7.6
26	11	179	+6/-5	+2/-2	7,15	6.4	30.13
40	18	191	+8/-11	+8/-6	5,83	1.83	65,8

Notre méthode étant exacte, nous arrivons à trouver la solution optimale pour chacune des instances proposées, c'est-à-dire la solution qui minimise le temps d'attente global des intervenants. Les temps d'exécution sont très rapides (au pire de l'ordre de la minute sur les instances testées). On peut remarquer que la minimisation des temps d'attente ne dégrade pas les solutions en termes de temps de trajet, qui sont également très faibles.

## Conclusion et perspectives

L'algorithme que nous avons développé permet donc de résoudre des problèmes de taille réelle en prenant en compte toutes les contraintes d'usage, les contraintes légales, ainsi que les mouvements des bénéficiaires et du personnel. La minimisation des temps d'attente a pour but d'améliorer les conditions de travail du personnel afin de limiter le turnover. Ces temps d'attente sont calculés sur les définitions des conventions collectives mais si certains sont ressentis par les intervenants comme du temps perdu, d'autres sont plutôt considérés comme des coupures dans une journée de travail. Proposer une nouvelle définition des temps d'attente, basée sur le ressenti des intervenants, pourrait donner de nouveaux plannings encore plus favorables aux intervenants.

Par ailleurs, la méthode proposée est adaptée aux évolutions de la composition du personnel et des bénéficiaires, mais n'est pas forcément adéquate en cas d'absence ou d'annulation ponctuelle. En effet, si un intervenant est indisponible pour une seule journée, la structure n'a pas forcément à disposition un remplaçant connu des bénéficiaires pour reprendre sa tournée. Il faut donc surcharger les autres intervenants, et potentiellement décaler les horaires de rendez-vous pour pouvoir obtenir une solution réalisable. De plus, comme ces absences sont souvent des imprévus de dernière minute, il est difficile de changer tout le planning. Ainsi, il serait intéressant d'adapter notre approche pour la gestion d'aléas journaliers, en relâchant les contraintes de continuité, et en considérant la stabilité sous un nouvel angle : non plus celui de la continuité de soins, mais plutôt avec l'objectif d'impacter le moins de tournées possibles par exemple.

## Références

- Béguin, F., 2018. Le nombre de candidats aux écoles d'aides-soignants en baisse. *Le Monde*.
- Begur, S.V., Miller, D.M., Weaver, J.R., 1997. An integrated spatial DSS for scheduling and routing home-health-care nurses. *Interfaces* 27, 35–48.
- Cappanera, P., Scutellà, M.G., 2014. Joint assignment, scheduling, and routing models to home care optimization: A pattern-based approach. *Transportation Science* 49, 830–852.
- Cappanera, P., Scutellà, M.G., Nervi, F., Galli, L., 2018. Demand uncertainty in robust Home Care optimization. *Omega* 80, 95–110.
- Carello, G., Lanzarone, E., Mattia, S., 2018. Trade-off between stakeholders' goals in the home care nurse-to-patient assignment problem. *Operations Research for Health Care* 16, 29–40.

- Cheng, E., Rich, J.L., 1998. A home health care routing and scheduling problem. Technical report. <https://scholarship.rice.edu/handle/1911/101899>
- Cissé, M., Yalçındağ, S., Kergosien, Y., Şahin, E., Lenté, C., Matta, A., 2017. OR problems related to Home Health Care: A review of relevant routing and scheduling problems. *Operations Research for Health Care* 13–14, 1–22.
- Clarke, G., Wright, J.W., 1964. Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points. *Operations Research* 12, 568–581.
- Decerle, J., Grunder, O., Hajjam El Hassani, A., Barakat, O., 2018. A memetic algorithm for a home health care routing and scheduling problem. *Operations Research for Health Care* 16, 59–71.
- Di Mascolo, M., Espinouse, M.-L., Hajri, Z.E., 2017. Planning in Home Health Care Structures: A literature review. *IFAC-PapersOnLine* 50, 4654–4659.
- Fathollahi-Fard, A.M., Hajiaghahi-Keshteli, M., Mirjalili, S., 2019. A set of efficient heuristics for a home healthcare problem. *Neural Computing and Applications*.
- Fikar, C., Hirsch, P., 2017. Home health care routing and scheduling: A review. *Computers & Operations Research* 77, 86–95.
- Gomes, M.I., Ramos, T.R.P., 2019. Modelling and (re-)planning periodic home social care services with loyalty and non-loyalty features. *European Journal of Operational Research* 277, 284–299.
- Grenouilleau, F., Legrain, A., Lahrichi, N., Rousseau, L.-M., 2017. A set partitioning heuristic for the home health care routing and scheduling problem <http://www.cirrelt.ca/DocumentsTravail/CIRRELT-2017-70.pdf>
- Guinet, A., 2014. Organisation des soins à domicile en Europe et Amérique du Nord. 10ème Conférence Francophone de Modélisation, Optimisation et Simulation (MOSIM), Nancy, France.
- Heching, A., Hooker, J.N., Kimura, R., 2019. A Logic-Based Benders Approach to Home Healthcare Delivery. *Transportation Science* 53, 510–522.
- Legifrance, 2012 Convention collective nationale des entreprises de services à la personne du 20 septembre 2012. [https://www.legifrance.gouv.fr/affichIDCCArticle.do;jsessionid=1133A88F6CF2A4DE8D36FD10BF728C52.tplgfr42s\\_1?idArticle=KALIARTI000026943205&cidTexte=KALITEXT00002694319](https://www.legifrance.gouv.fr/affichIDCCArticle.do;jsessionid=1133A88F6CF2A4DE8D36FD10BF728C52.tplgfr42s_1?idArticle=KALIARTI000026943205&cidTexte=KALITEXT00002694319)
- Lin, S., Kernighan, B.W., 1973. An Effective Heuristic Algorithm for the Traveling-Salesman Problem. *Operations Research* 21, 498–516.
- Martinez, C., Espinouse, M.-L., Di Mascolo, M., 2019. Re-planning In Home Healthcare: A Decomposition Approach To Minimize Idle Times For Workers While Ensuring Continuity Of Care. Presented at the 9th IFAC Conference on Manufacturing Modeling, Management and Control.
- Mosquera, F., Smet, P., Vanden Berghe, G., 2019. Flexible home care scheduling. *Omega-Int. J. Manage. Sci.* 83, 80–95.
- Nickel, S., Schröder, M., Steeg, J., 2012. Mid-term and short-term planning support for home health care services. *European Journal of Operational Research* 219, 574–587.
- Rizzi, R., Sacomoto, G., Sagot, M.-F., 2015. Efficiently Listing Bounded Length st-Paths, in: Jan, K., Miller, M., Froncek, D. (Eds.), *Combinatorial Algorithms, Lecture Notes in Computer Science*. Springer International Publishing, pp. 318–329.
- Szander, N., Ros-McDonnell, L.B., Bogataj, M., 2018. A Feasible Nurse Routing Plan for the Elderly: Quality and Spatial Trade-Offs, in: *Closing the Gap Between Practice and Research in Industrial Engineering, Lecture Notes in Management and Industrial Engineering*. Springer, Cham, pp. 201–209.