



**HAL**  
open science

## Planification d'activités médico-sociales multi-sites en prenant en compte les capacités d'accueil

Estelle Collomb, Lorraine Trilling, Maria Di Mascolo, Thibaud Monteiro

### ► To cite this version:

Estelle Collomb, Lorraine Trilling, Maria Di Mascolo, Thibaud Monteiro. Planification d'activités médico-sociales multi-sites en prenant en compte les capacités d'accueil. Conférence Francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, Jul 2022, Saint-Etienne, France. hal-03775453

**HAL Id: hal-03775453**

**<https://hal.science/hal-03775453>**

Submitted on 12 Sep 2022

**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.

# Planification d'activités médico-sociales multi-sites en prenant en compte les capacités d'accueil

Estelle Collomb<sup>1</sup>, Lorraine Trilling<sup>1</sup>, Maria Di Mascolo<sup>2</sup>, Thibaud Monteiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, Univ Lyon 2, DISP-UR4570, 69621 Villeurbanne, France, [0472438219](mailto:0472438219), [prénom.nom@insa-lyon.fr](mailto:prénom.nom@insa-lyon.fr)

<sup>2</sup> Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, G-SCOP, Grenoble, France, 0476574625, [maria.di-mascolo@grenoble-inp.fr](mailto:maria.di-mascolo@grenoble-inp.fr)

**Résumé :** Dans cet article, nous nous intéressons à l'organisation de soins hors-les-murs sur plusieurs sites et plus particulièrement à la planification des accompagnements d'un ensemble de patients en situation de handicap par un Service de Soutien à l'Éducation Familiale et à la Scolarisation (SSEFS). Un modèle de programmation linéaire en nombres entiers est proposé et permet d'optimiser le temps de déplacement des professionnels entre les lieux de soin (établissements scolaires) tout en respectant les différentes contraintes d'horaires, de compétences et de capacité d'accueil des établissements.

**Mots-clés :** Planification, Transport de personnel, Soins hors-les-murs, Tournées de véhicule, Capacité d'accueil

## Introduction

En France, les systèmes de santé et le secteur médico-social sont en pleine évolution et demandent une meilleure efficacité et une meilleure maîtrise des ressources. Avec un objectif d'inclusion, les structures de type SSEFS (Service de Soutien à l'Éducation Familiale et à la Scolarisation) proposent un accompagnement personnalisé d'enfants déficients auditifs dans le milieu ordinaire, et notamment dans leur établissement scolaire. Plusieurs professionnels peuvent exercer pour ces structures, comme des orthophonistes, des psychologues ou encore des éducateurs scolaires. Dans cet article, une spécificité des établissements scolaires qui accueillent ces enfants sera particulièrement étudiée : la capacité d'accueil de chaque établissement. Les capacités d'accueil apparaissent comme une donnée à prendre en compte dans la modélisation du problème puisque chaque établissement est limité dans le nombre de professionnels de santé qui sont accueillis simultanément. En effet, les enfants peuvent être scolarisés dans la même école, mais ne sont pas toujours suivis par les mêmes professionnels.

Dans cet article, nous proposons un modèle sous la forme d'un programme linéaire en nombres entiers mixtes pour résoudre ce problème avec prise en compte de la capacité d'accueil. Cet article est organisé comme suit : une revue de littérature est donnée dans la section 1. Les hypothèses retenues pour la formulation du problème sont présentées en section 2, suivie de la description du modèle mathématique dans la section 3. La section 4 contient les premiers résultats et les premières expérimentations.

## 1. État de l'art

Nous pouvons trouver de nombreuses références sur la planification des activités dans le secteur des soins à domicile, qui inclut notre problème. La plupart des articles prennent en compte différents objectifs ainsi que

différentes méthodes pour résoudre le problème de planification des soins et services à domicile. (Grieco et al., 2020) présente une revue de la littérature et des différents problèmes de décision rencontrés dans les structures de soins et services à domicile. Un résumé de l'ensemble de ces articles est présenté dans une revue de littérature (Di Mascolo et al., 2021). Un article récent (Yang et al., 2021) propose un modèle pour minimiser le coût des trajets des professionnels où les temps de service et les trajets sont considérés comme incertains. Cependant, aucun des articles que l'on peut trouver sur les planifications d'aide à domicile ne prend en compte la notion de capacité d'accueil des établissements de santé. Il apparaît néanmoins que les capacités d'accueil sont des contraintes non négligeables pour planifier les visites des professionnels de santé. Certains établissements ont à disposition une ou plusieurs salles ne pouvant être utilisées par différents professionnels de santé sur le même créneau horaire. Notre contribution principale est alors d'intégrer ces nouvelles contraintes au modèle de planification proposé dans (Franzino et al., 2022).

## 2. Hypothèses retenues

Ce problème de tournées et planification des activités médico-sociales multi-sites a été modélisé comme un problème de tournées de véhicules avec fenêtre de temps (VRP-TW). Chaque patient est représenté par sa localisation et requiert des soins selon une fréquence donnée et avec un nombre de jours minimum entre deux séances ainsi qu'une compétence spécifique. Chaque patient fréquente un établissement scolaire dont la capacité d'accueil pour les séances de soins spécifiques est parfois limitée. Les professionnels de santé sont aussi représentés par leur localisation et ont chacun des horaires de travail par jour. Des créneaux de disponibilité sont définis pour chaque patient et pour chaque professionnel en fonction de leur emploi du temps. Le temps est alors discrétisé en créneaux. Un professionnel s'occupe d'un seul patient par créneau et le nombre de professionnels accueillis sur le même créneau dans un établissement scolaire est limité par la capacité de celui-ci.

L'objectif principal est de minimiser le temps de trajet des professionnels, en trouvant une adéquation entre les horaires, les compétences de chaque professionnel et en respectant les capacités des établissements.

## 3. Modèle

Le modèle est proposé sous la forme d'un programme linéaire en nombres entiers. Il est une extension du modèle de (Franzino et al., 2022), dont l'objectif est de minimiser le temps de trajet des professionnels puis de minimiser le temps d'attente d'un professionnel sur le lieu de service, entre son arrivée et le début du service, en utilisant une approche lexicographique. Un employé s'occupe d'un patient à la fois sur des créneaux communs disponibles et il ne peut visiter le même patient deux fois dans la même journée. Enfin les contraintes concernant les qualifications des employés et du nombre de jours minimum entre deux soins doivent être respectées. Trois variables ont été utilisées dans ce modèle :  $X_{r_1 r_2 e d w}$ , qui vaut 1 si l'employé  $e$  réalise le trajet de  $r_1$  à  $r_2$  le jour  $d$  sur le créneau  $w$  ; l'horaire d'arrivée de l'employé  $e$  le jour  $d$  au point  $r$  qui est noté  $Y_{erd}$  ; et,  $Tf_{ed}$  qui exprime l'horaire de fin de journée de l'employé  $e$  le jour  $d$ .

La présence d'un professionnel dans un lieu nécessite l'introduction d'une nouvelle variable. Le nombre de professionnels présents dans un même établissement ne doit pas dépasser la capacité d'accueil de cet

établissement  $r$ , que l'on notera  $C_r$ . Une matrice carrée de données binaires  $V$  permet de modéliser la présence de deux patients dans le même établissement.

### Variable additionnelle

$P_{rdw}$  : égale à 1 si un professionnel est présent dans l'établissement  $r$  le jour  $d$  sur le créneau  $w$

### Objectif

$$\min \sum_{r_1 \in R} \sum_{r_2 \in R} \sum_{e \in E} \sum_{d \in D} \sum_{w \in W} X_{r_1 r_2 e d w} T_{r_1 r_2}$$

### Contraintes additionnelles

$$\sum_{r_1 \in R} \sum_{e \in E} X_{r_1 r_2 e d w} = P_{r_2 d w} \quad \forall d \in D, \forall w \in W, \forall r_2 \in P \quad (1)$$

$$\sum_{r' \in R} P_{r' d w} V_{r r'} \leq C_r \quad \forall r \in P, \forall d \in D, \forall w \in W \quad (2)$$

L'objectif minimise la somme des temps de trajet de l'ensemble des tournées des professionnels sur l'horizon de la planification. La contrainte (1) permet de lier la présence d'un professionnel dans un lieu avec la réalisation d'un trajet vers ce lieu. La contrainte (2) vérifie que le nombre de professionnels présents au même moment dans un établissement respecte la capacité maximale d'accueil de l'établissement.

## 4. Expérimentations

### 4.1. Représentation des solutions

Les solutions de ce modèle permettent d'organiser les emplois du temps des professionnels de santé tout en respectant celui des patients et les capacités d'accueil des établissements. Un schéma des solutions obtenues est donné dans la figure 1.

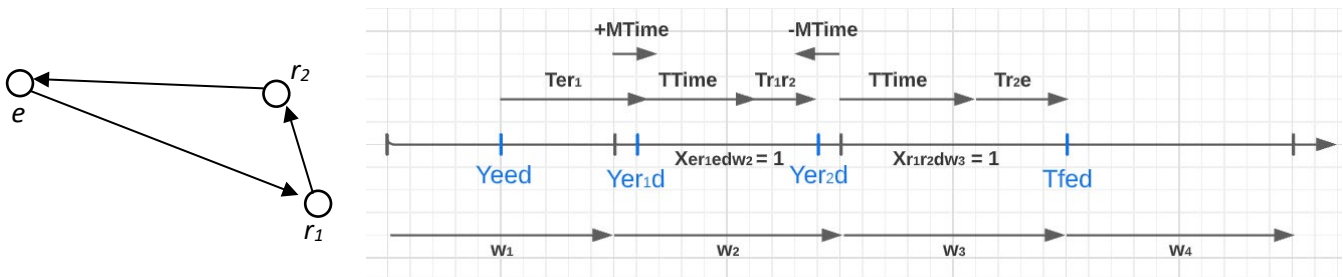


Figure 1 : Représentation de la solution

Le professionnel  $e$  arrive sur son lieu de travail à l'horaire  $Y_{eed}$ . Il se déplace ensuite à l'établissement scolaire où se trouve le patient  $r_1$  avec pour temps de trajet  $T_{er_1}$ . Le professionnel peut arriver légèrement en avance ou en retard avec une marge temporelle notée  $MTime$ . L'horaire d'arrivée en  $r_1$  est  $Y_{er_1d}$ . Le professionnel effectue sa séance pendant  $TTime$  minutes. A la fin du traitement, il se déplace en  $r_2$  et l'horaire d'arrivée est

$Y_{er_2d}$ . Il effectue la séance puis il revient à la fin du traitement sur son lieu de travail où  $Tf_{ed}$  désigne l'horaire de fin de journée de ce professionnel.

#### 4.2. Tests sur des données réelles

La fondation OVE accompagne des enfants, des adultes et des personnes âgées, handicapées ou non, pour favoriser leur inclusion dans la société. À l'aide de données fournis par la fondation OVE, et plus particulièrement le SSEFS Recteur Louis qui accompagne des enfants sourds, nous avons créé des instances composées de six orthophonistes avec leurs horaires actuels. Les professionnels ont 3 qualifications différentes possibles. La durée d'un traitement est de 45 minutes et la disponibilité et la demande des patients sont prises en compte. La marge de temps  $MTime$  est de 5 minutes et la durée d'un créneau 60 minutes. L'horizon de temps est de 5 jours et il y a 10 créneaux par jour.

Pour la première instance, 46 patients sont considérés. Parmi eux, plusieurs fréquentent dans les mêmes établissements scolaires. Pour une capacité d'un professionnel par établissement scolaire, le modèle donne une solution de temps de trajet égale à 388 minutes au total. Ce résultat est le même qu'avec le modèle sans les nouvelles contraintes liées à la capacité limitée.

Pour la deuxième instance, les hypothèses sont identiques, mais 53 patients sont pris en compte. Pour une capacité d'un seul professionnel par établissement scolaire, le modèle ne donne pas de solution. Dans ce cas-là, il n'est pas possible de rendre visite à tous les patients sur un horizon de 5 jours. Pour une capacité de deux professionnels par établissement, la solution trouvée est de 420 minutes et enfin pour une capacité de trois professionnels ou plus, le temps de trajet minimal est de 406 minutes.

### Conclusion et perspectives

Nous avons proposé un nouveau modèle pour la planification d'activités médico-sociales à domicile qui respecte les capacités d'accueil des établissements scolaires. Les tests montrent que le modèle ne génère pas toujours une solution quand on augmente le nombre de patients sans augmenter celui des professionnels. Une perspective serait alors de proposer une solution de relaxation quand les capacités d'accueil des établissements ne peuvent pas être respectées.

### Bibliographie

- Di Mascolo, M., Martinez, M., Espinouse, M.-L. (2021). « Routing and scheduling in Home Health Care : A Literature Survey and Bibliometric Analysis. » *Computers Industrial Engineering*, 158.
- Franzino, A., Trilling, L., Di Mascolo, M., Monteiro, T., (2022). « Intérêt de la mutualisation des professionnels pour la planification d'activités médico-sociales. », *Génie industriel et productique*, Vol 5, Numéro spécial Gestion et ingénierie des systèmes hospitaliers, DOI : 10.21494/ISTE.OP.2022.0775.
- Grieco, L., Utley, M., Crowe, S., (2020). « Operational research applied to decisions in home health care : A systematic literature review. » *Journal of the Operational Research Society*.
- Yang, M., Ni, Y., Yang, L. (2021). « A multi-objective consistent home healthcare routing and scheduling problem in an uncertain environment. » *Computers Industrial Engineering*, 160.