

# Re-planification dynamique dans la prise en charge à domicile basée sur un système multi-agent

Liwen Zhang, Mouna Mahtali, Sara Maqrot, Florent Mouysset,  
Christophe Bortolaso, Mustapha Derras

Berger-Levrault, France

{first name.last name}@berger-levrault.com

**Mots-clés** : *RO en santé, système multi-agent, prise en charge à domicile*

## 1 Introduction

L'évolution démographique en France, comme dans le monde, est portée par un accroissement important du nombre de personnes âgées de 60 ans et plus (augmentation de 60% dans les 40 ans), avec une espérance de vie qui devrait s'allonger. Ces personnes souffrent, en particulier, assez fréquemment de maladies chroniques avec un besoin d'assistance sur le long terme. Parmi elles, environ la moitié fait appel à des professionnels. La planification des interventions représente donc un enjeu majeur pour les structures de soins et services à domicile qui font face à une demande en pleine explosion.

Le problème de la planification des interventions dans la prise en charge à domicile, connu sous le nom de Home Health Care Routing and Scheduling Problem (HHCRSP), fait l'objet de nombreux travaux de recherche, dont la majorité proposent des solutions de planification déterministes. Or, de nombreuses causes de variation peuvent altérer l'exécution des tournées quant à une solution déterministe donnée, notamment sur les absences imprévues d'intervenants ou encore les annulations des bénéficiaires. Lorsque ces perturbations rendent infaisable ou non-optimal le planning initialement prévu, il faut re-planifier les tournées des intervenants. A cet égard, l'objectif de ce travail est de prendre en compte la variabilité des systèmes par une re-planification dynamique basée sur le système multi-agents, pour à la fin proposer de meilleures planifications des tournées de soins à domicile. Le planning initial est généré par une méthode exacte basée sur le modèle Programmation Linéaire en Nombre Mixte (PLNM). Ce modèle est présenté dans nos travaux précédents [2] et les caractéristiques prises en compte sont : la fenêtre de temps des parties prenantes, la difficulté du traitement d'une intervention, la matrice de faisabilité en nombres binaires (intervenants-bénéficiaires) et le délai entre interventions.

## 2 Approche basée sur le système multi-agent

Un Système Multi-Agent (SMA) comporte plusieurs agents qui interagissent entre eux dans un environnement commun. Certains de ces agents peuvent être des personnes ou leurs représentants (avatars), ou même des machines mécaniques. Un agent dans SMA est spécifié comme une entité active communicante qui joue des rôles variés. Le rôle de chaque agent est la représentation abstraite d'une fonction, d'un service ou d'une identification pour les agents. Le concepteur de l'agent est responsable de choisir le modèle agent le plus approprié à la structure interne de l'agent suivant l'application envisagée.

Selon [1], les agents dans le SMA sont catégorisés en deux paradigmes :

- **Agent cognitif**, qui possède deux missions principales : (i) l'identification des informations ajoutées/supprimées dans l'environnement de l'acteur ; (ii) la diffusion des informations avec les agents cognitifs concernés.

- **Agent réactif**, qui assure les activités de planification et de partage d'informations, avec les trois missions : (i) la planification des activités de prise en charge ; (ii) l'assurance du partage d'informations entre les acteurs ; (iii) la gestion de la mise à jour des informations partagées.

Dans notre modèle SMA, trois agents sont définis pour assurer la re-planification dynamique des tournées de soins à domicile : l'agent identificateur (agent réactif), l'agent coordinateur (agent cognitif) et l'agent informateur (agent réactif).

Pour prendre en compte les absences imprévues d'intervenants et les annulations / ajouts des bénéficiaires, trois listes dynamiques sont définies :

- L1 : liste de bénéficiaires en attente (chaque bénéficiaire demande une nouvelle intervention).
- L2 : liste de patients dont la prise en charge est en cours (inclus dans le planning initial).
- L3 : liste des intervenants(en service et/ou disponible).

Aussi, lors de la re-planification, les contraintes de faisabilité et de fenêtre de temps doivent être impérativement respectées.

La figure 1 schématise le fonctionnement de notre modèle de re-planification basé sur le SMA. Notons que ce modèle commence dès lors qu'il existe un changement de liste L1 ou L3. La re-planification se déroule suivant l'ordre des processus numérotés, pour à la fin mettre à jour le planning initial en prenant en compte les variations. Un algorithme de prise de décision est défini dans ce SMA pour assurer la réalisation des tâches par les trois agents.

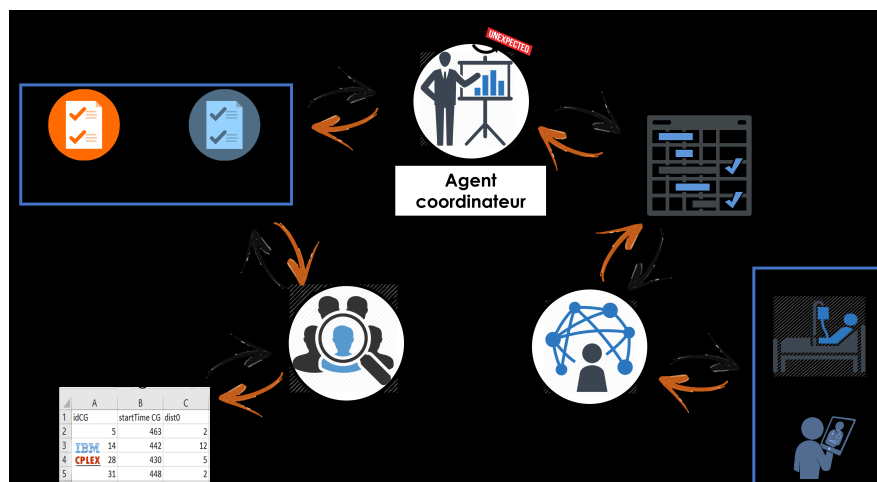


FIG. 1 – Schématisation de modèle de re-planification basé sur le SMA

### 3 Conclusions et perspectives

Un modèle basé sur le SMA dédié à la re-planification dynamique des tournées dans la prise en charge à domicile est présenté dans ce papier. Ce modèle prend en entrée le planning généré par une méthode exacte, et génère à la sortie une solution prenant en compte les absences d'intervenants et les annulations / ajouts des bénéficiaires. Pour la suite de ce travail, nous allons d'abord implémenter ce modèle à l'aide des APIs disponibles dédiés au SMA. Puis, nous allons effectuer une expérimentation approfondie basée sur des cas réels avec une analyse critique des solutions générées.

### Références

- [1] Jacques Ferber and Gerhard Weiss. *Multi-agent systems : an introduction to distributed artificial intelligence*, volume 1. Addison-wesley Reading, 1999.
- [2] Liwen Zhang, Franck Fontanilli, Elyes Lamine, Christophe Bortolaso, Mustapha Derras, and Hervé Pingaud. Stakeholders' tolerance-based linear model for home health care coordination. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1) :269–275, 2021. 17th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing INCOM 2021.