

# Optimisation des tournées du personnel soignant dans une structure d'hospitalisation à domicile

Présenté par: Laila En-nahli  
Directeur de Thèse: Hamid Allaoui  
Co-Encadrants: Sohaib Afifi & Issam Nouaouri

LGI2A, Béthune France

27 mai 2016

Introduction

Trajectoire des patients en HAD

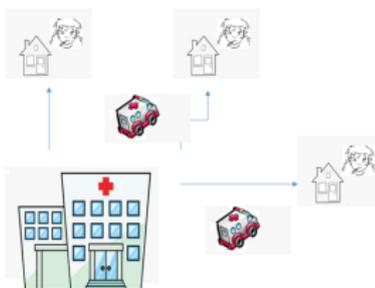
Exemples de prise en charge en HAD

HAD une réponse aux besoins des seniors

Sujet de Thèse

Approche de Résolution

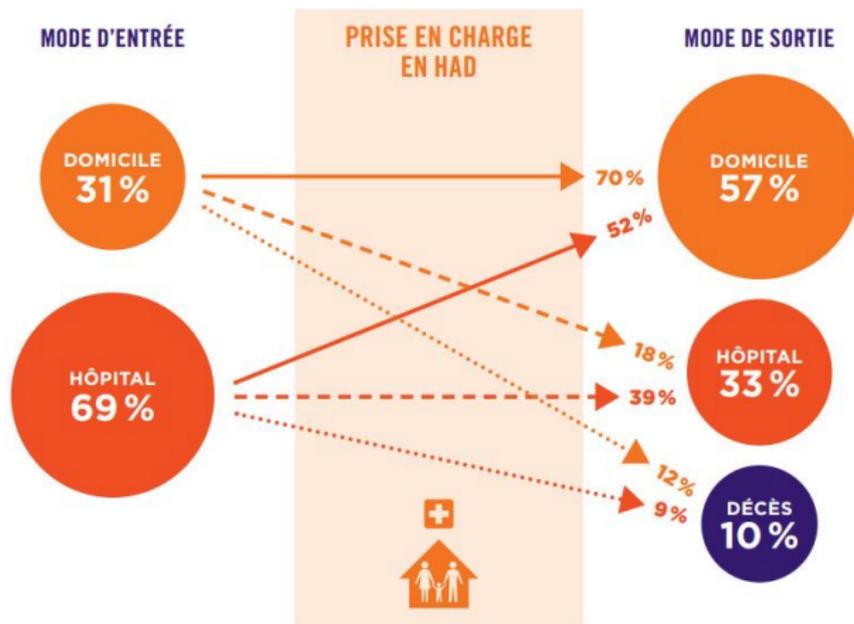
Conclusion et Perspectives



- ▶ Les HAD constituent une forme d'hospitalisation à part entière apportant des soins continus et coordonnés à des patients malades de tout âge souffrant de pathologies graves, aiguës ou chroniques, évolutives et/ou instables.
- ▶ Les HAD sont en pleine croissance en France.
- ▶ Les HAD permettent de maîtriser les coûts et d'améliorer l'efficacité des systèmes de soins.

# Trajectoire des patients en HAD en 2014

TRAJECTOIRE DES PATIENTS EN HAD EN 2014 (SOURCE : BASE NATIONALE - CALCULS FNEHAD)



# Exemples de prise en charge en HAD

## Soins palliatifs

**28 000** patients

→ **25%** du total  
des journées d'HAD

## Suivi de grossesse (ante et post partum)

**24 000** patientes

→ **5%** du total  
des journées d'HAD

## Pansements complexes et soins spécifiques

**19 000** patients

→ **25%** du total  
des journées d'HAD

## Soins de nursing lourds

**8 000** patients

→ **11%** du total  
des journées d'HAD

## Chimiothérapie à domicile et/ou surveillance post chimiothérapie

**7 000** patients

→ **6%** du total  
des journées d'HAD

### *dont :*

→ **4 000** patients en  
chimiothérapie à domicile

→ **4 000** patients en  
surveillance post  
chimiothérapie

# Exemples de prise en charge en HAD

Données issues du PMSI HAD, chiffres 2014

## Soins palliatifs

**28 000** patients

→ **25%** du total

des journées d'HAD

## Suivi de grossesse (ante et post partum)

**24 000** patientes

→ **5%** du total

des journées d'HAD

## Pansements complexes et soins spécifiques

**19 000** patients

→ **25%** du total

des journées d'HAD

## Soins de nursing lourds

**8 000** patients

→ **11%** du total

des journées d'HAD

## Chimiothérapie à domicile et/ou surveillance post chimiothérapie

**7 000** patients

→ **6%** du total

des journées d'HAD

### *dont :*

→ **4 000** patients en  
chimiothérapie à domicile

→ **4 000** patients en  
surveillance post  
chimiothérapie

# Exemples de prise en charge en HAD

HAD une réponse aux besoins des seniors

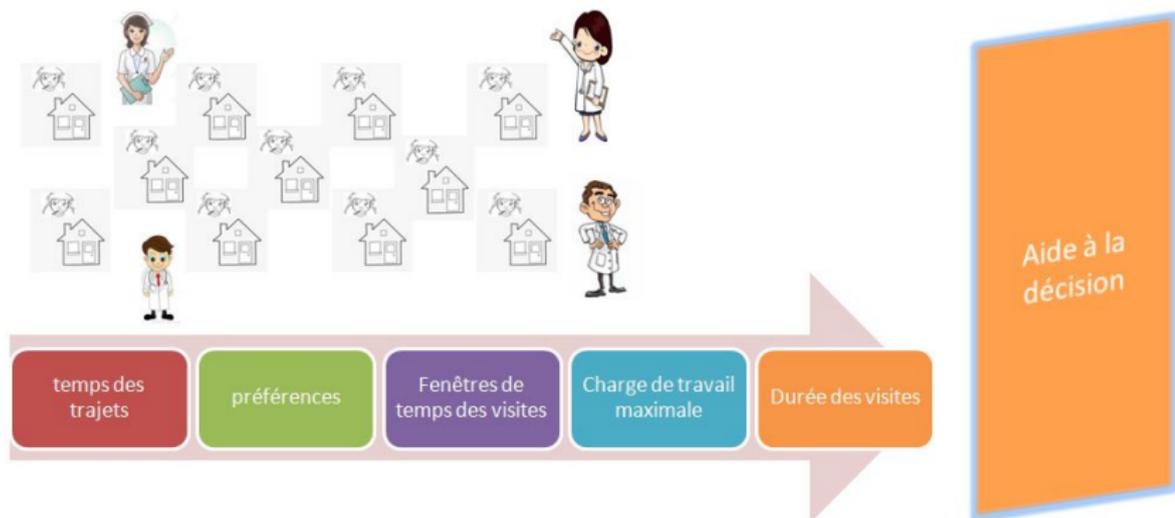


- ▶ 28 000 patients pris en charge par le HAD en soins palliatifs, 25% du total des journées d'HAD
- ▶ L'âge moyen est de 65 ans en 2014, contre 64 ans en 2013.

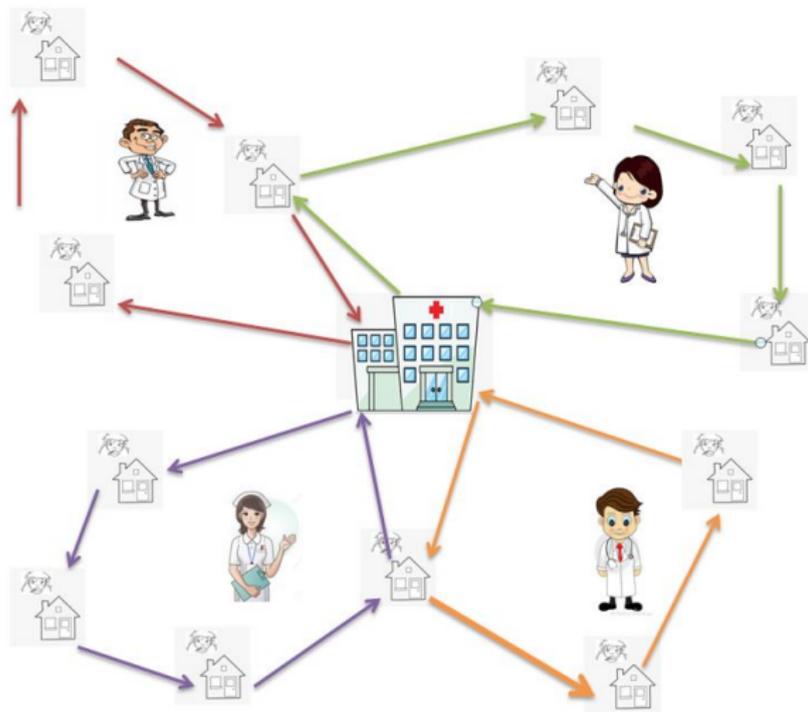
- ▶ Niveau stratégique:
  - ▶ Répartitionnement géographique du territoire des patients en sous zones (Benzarti et al., 2014)
- ▶ Niveau Tactique:
  - ▶ Dimensionnement des ressources (Busby et Carter, 2006)
- ▶ Niveau Opérationnel:
  - ▶ Affectation des patients aux soignants (Chiba et al., 2005)
  - ▶ Conception des tournées des soignants (Thomson, 2006), (Yalindag et al., 2014)
  - ▶ Livraison des médicaments et du matériel médical (Ran liu et al, 2014)

# Les Problématiques d'Optimisation au Sein des HAD

Niveau Opérationnel



# Exemple de Solution



Aide à la décision permettant de concevoir les tournées des soignants chez les patients:

## Objectifs:

- ▶ minimiser le temps de déplacement total entre les domiciles des patients,
- ▶ maximiser le nombre de patients visités par les ressources de leurs choix.
- ▶ garantir une charge de travail équitable pour toutes les ressources.



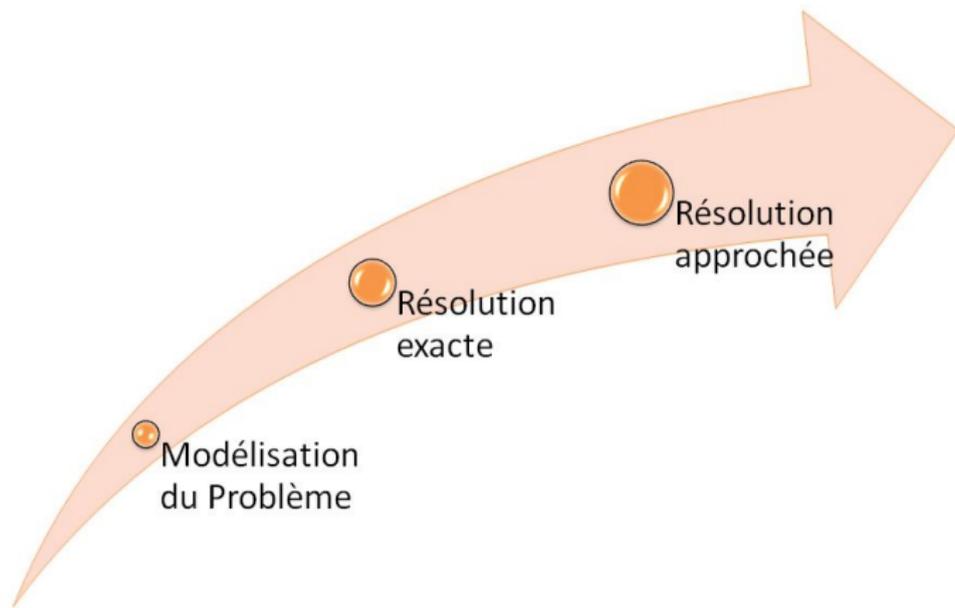
## Decisions

- ▶ Déterminer les horaires de visite chez les patients.
- ▶ Affecter les soignants aux patients.
- ▶ Ordonnancer les visites chez les patients .

## Contraintes

- ▶ Fenêtre de temps pour les visites chez les patients.
- ▶ Pause déjeuner pour les soignants.
- ▶ Synchronisation des ressources dans le cas d'une visite pluridisciplinaire.
- ▶ Respecter la charge de travail maximale des ressources.
- ▶ La qualification d'une ressource doit répondre au besoin d'un patient

# Étapes de la Résolution du Problème



- ▶  $K$  : l'ensemble des véhicules
- ▶  $G(V^+, A)$  : Graph orienté
- ▶  $V$  : l'ensemble des visites,  $V^+$  : ensemble de visites + dépôts (0 et  $|V| + 1$ )
- ▶  $A$  : ensemble des arcs
- ▶  $T_{i,j}$  : temps de voyage entre le noeud  $i$  et le noeud  $j$
- ▶  $D_i$  : durée de la visite  $i$
- ▶  $[a_i, b_i]$  : fenêtre de temps pour chaque visite  $i$
- ▶  $[0, T_{max}] \forall i \in \{0, |V| + 1\}$  : fenêtre de temps pour le dépôt
- ▶  $P^{syn} \subset V \times V$  : couples des visites synchronisées

### Variables

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{si le vehicule } k \in K \text{ utilise l'arc } (i,j) \in A \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$t_{ik}$  = date de début de service de la visite  $i$  par le véhicule  $k$

# Formulation du Problème

## Formulation du Problème

- ▶  $K$  : l'ensemble des ressources disponibles
- ▶  $G(V^+, A)$  : Graph orienté
- ▶  $V$  : l'ensemble des visites,  $V^+$  : ensemble de visites + dépôts (0 et  $|V| + 1$ )
- ▶  $A$  : ensemble des arcs
- ▶  $T_{i,j}$  : temps de voyage entre le noeud  $i$  et le noeud  $j$
- ▶  $D_i$  : durée de la visite  $i$
- ▶  $[a_i, b_i]$  : fenêtre de temps pour chaque visite  $i$
- ▶  $[0, T_{max}] \forall i \in \{0, |V| + 1\}$  : fenêtre de temps pour le dépôt
- ▶  $P^{syn} \subset V \times V$  : couples des visites synchronisées

### Variables

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{si levehicule } k \in K \text{ utilise l'arc } (i,j) \in A \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$t_{ik}$  = date de début de service de la visite  $i$  par le véhicule  $k$

# Formulation mathématique

## Contraintes

$\sum_{k \in K} \sum_{j: (i,j) \in A} x_{ijk} = 1 \quad \forall i \in V$	Chaque ressource doit visiter le patient une fois dans la journée
$\sum_{j: (0,j) \in A} x_{0jk} = \sum_{i: (i, V +1) \in A} x_{i V +1k} = 1 \quad \forall k \in K$	chaque ressource commence et termine sa tournée à l'HAD
$\sum_{j: (i,j) \in A} x_{ijk} - \sum_{j: (j,i) \in A} x_{jik} = 0 \quad \forall i \in V \quad \forall k \in K$	chaque ressource doit entrer et sortir du domicile du patient à visiter

# Formulation Mathématique

## Contraintes

$t_{ik} + (T_{ij} + D_i)x_{ijk} \leq t_{jk} + b_i(1 - x_{ijk}) \quad \forall (i, j) \in A$	contrainte de temps permettant de calculer l'heure d'arrivée de la ressource aux domiciles des patients
$a_i \sum_{j:(i,j) \in A} x_{ijk} \leq t_{ik} \leq b_i \sum_{j:(i,j) \in A} x_{ijk} \quad \forall i \in V \quad \forall k \in K$	le temps d'arrivée d'une ressource au domicile du patient doit être compris dans la fenêtre de temps
$0 \leq t_{ik} \leq T_{max} \quad \forall i \in \{0,  V  + 1\} \quad \forall k \in K$	le temps d'arrivée chez un patient ne doit pas dépasser $T_{max}$
$\sum_{k \in K} t_{ik} = \sum_{k \in K} t_{jk} \quad \forall [i, j] \in P^{sync}$	les multiples ressources intervenant au domicile du patient doivent arriver au même moment

### Objectifs:

- ▶ minimiser le temps de déplacement total entre les domiciles des patients,
- ▶ maximiser le nombre de patients visités par les ressources de leurs choix.
- ▶ garantir une charge de travail équitable pour toutes les ressources.

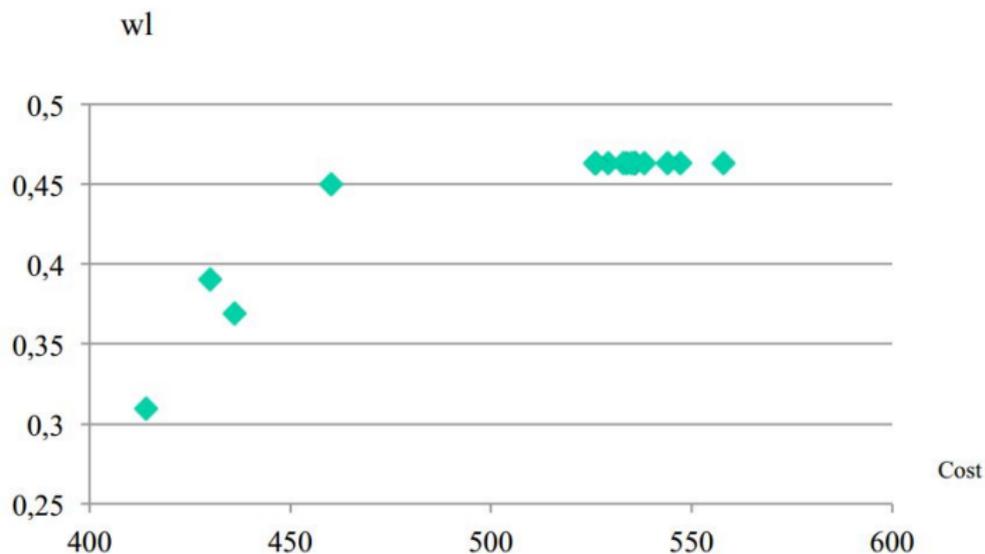
### Objectifs:

- ▶ minimiser le temps de déplacement total entre les domiciles des patients,
- ▶ maximiser le nombre de patients visités par les ressources de leurs choix.
- ▶ garantir une charge de travail équitable pour toutes les ressources.

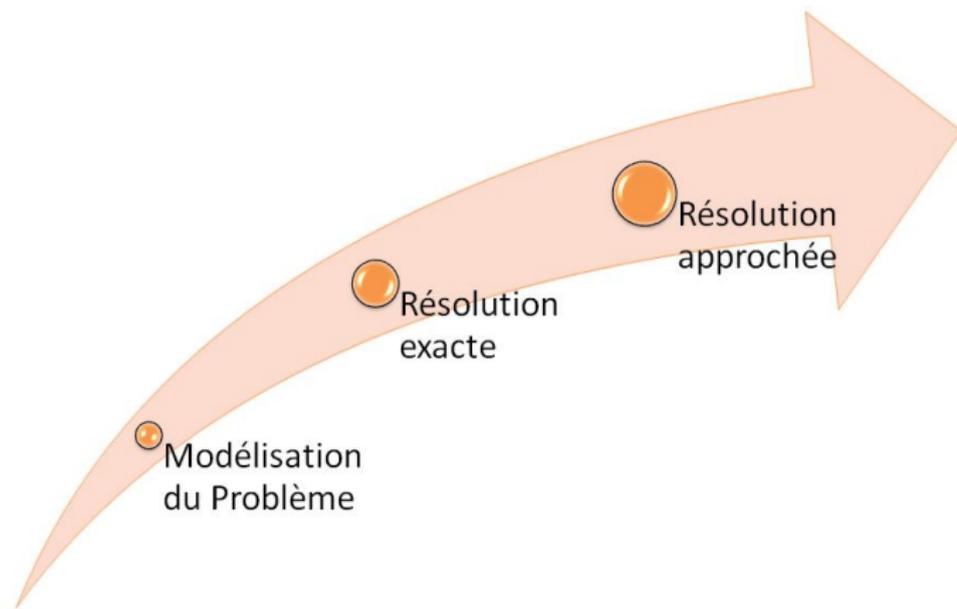


# Approche de résolution, Méthode exacte

## Approche Multi-Objectif, Exemple



# Étapes de la Résolution du Problème



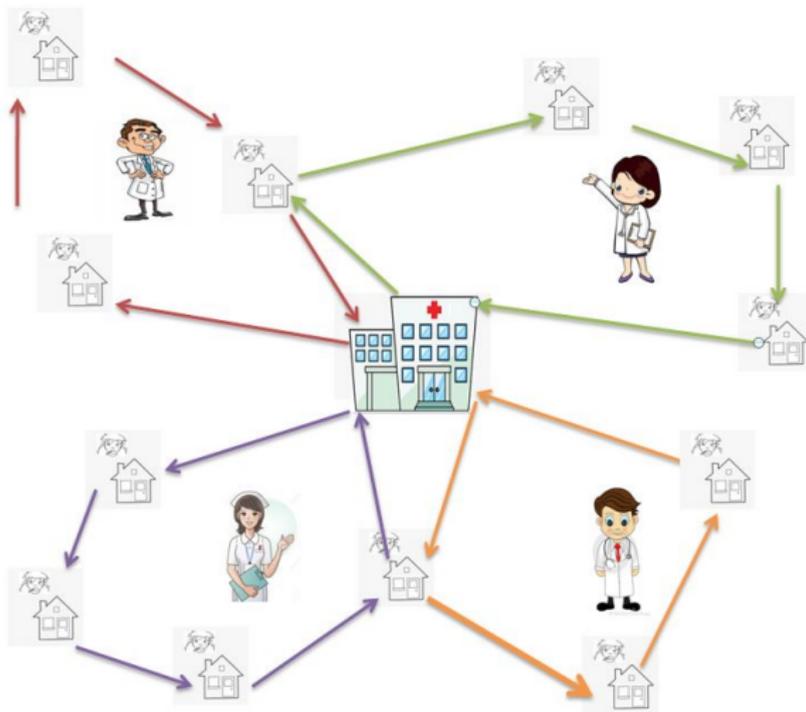
---

**Algorithm 1** Random Variable Neighborhood Descent Algorithm

---

- 1: Initialize  $V(op1, op2, \dots, op5)$
  - 2:  $U^* = Fitness(S)$
  - 3: **repeat**
  - 4:      $S' = V_k(S)$
  - 5:     **if**  $Fitness(S') < U^*$  **then**
  - 6:          $S = S'$
  - 7:         Initialize  $V$  to  $(op1, op2, \dots, op5)$ ;
  - 8:     **else**
  - 9:          $V = V - V_k$ ;
  - 10:    **end if**
  - 11: **until** ( $V$  is empty)
-

# Exemple de Solution



## Conclusion

- ▶ Modélisation du problème HAD et résolution multi-objectif avec une méthode exacte.
- ▶ Développement d'une heuristique pour la résolution mono-Objectif du problème HAD et comparaison avec la littérature.

## Perspectives

- ▶ Adapter l'heuristique pour la Résolution Multi-objectif.
- ▶ Ajouter les contraintes de qualification et de pause déjeuner.