Une approche systémique de caractérisation des connaissances sur la coordination opérationnelle d'une prise en charge à domicile

Liwen Zhang, Franck Fontanili, Elyes Lamine, Hervé Pingaud, Christophe Bortolaso, Mustapha Derras

▶ **To cite this version:**

Liwen Zhang, Franck Fontanili, Elyes Lamine, Hervé Pingaud, Christophe Bortolaso, et al.. Une approche systémique de caractérisation des connaissances sur la coordination opérationnelle d'une prise en charge à domicile. 9ème Conférence Francophone en gestion et ingénierie des systèmes hospitaliers, Aug 2018, Genève, Suisse. hal-02003847

HAL Id: hal-02003847
https://imt-mines-albi.hal.science/hal-02003847

Submitted on 1 Feb 2019

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.

Une approche systémique de caractérisation des connaissances sur la coordination opérationnelle d'une prise en charge à domicile

Zhang Liwen[1,3], Fontanili Franck[1], Lamine Elyes[1], Pingaud Hervé[2], Bortolaso Christophe[3], Derras Mustapha[3]
1 *Centre Génie Industriel, Université de Toulouse-IMT Mines Albi, France, liwen.zhang@mines-albi.fr, franck.fontanili@mines-albi.fr, elyes.lamine@univ-jfc.fr*
2 *CNRS LGC, Université de Toulouse- INU Champollion, Castres, France, herve.pingaud@univ-jfc.fr*
3 *Laboratoire de Recherche Appliquée, Berger-Levrault, Rue Jean Rostand Labège, France, christophe.bortolaso@berger-levrault.com, mustapha.derras@berger-levrault.com*

Résumé : Aujourd'hui, le vieillissement de la population et l'augmentation de l'espérance de vie conduisent à un accroissement du nombre de personnes en situation de perte d'autonomie et de fragilité. Constatant le manque de places disponibles dans les établissements spécialisés, une alternative est une prise en charge à domicile (PAD). Le plus souvent, l'organisation de ces services à la personne a un caractère artisanal, mobilisant peu de méthodes et d'outils pour soutenir le pilotage d'un tel système. Et il existe une grande diversité de choix organisationnels et de modes de fonctionnement. Les connaissances sur ces questions de coordination sont très abondantes dans la littérature scientifique. Face à la montée en charge rapide de la demande, les organisations prennent conscience à la fois de ces limites de l'existant et de ce potentiel de R&D. Elles manifestent un double besoin : celui de pouvoir spécifier leur propre problème de coordination, et celui de trouver les solutions adaptées à ce besoin spécifique. Nous proposons une analyse systémique autour de ces deux aspects pour cerner la complexité des rapports entre offre et demande de services. Les trois dimensions structurantes du cadre d'analyse sont mobilisées en ce sens. Ce travail met sur la piste de verrous scientifiques à lever pour définir une réponse globale à cette attente de l'écosystème de la PAD.
Mots clés: prise en charge à domicile, modélisation, pilotage opérationnel, analyse systémique, aide à la décision

1 Contexte et domaine d'étude

Le vieillissement de la population et l'augmentation de l'espérance de vie, telles qu'on peut les constater aujourd'hui en France et dans les autres pays développés, conduisent à un accroissement du nombre de personnes en situation de perte d'autonomie et dans des situations de fragilité. Elles souffrent, assez fréquemment de maladies chroniques avec un besoin d'assistance sur le long terme. Elles préfèrent effectivement rester chez elles plutôt que de vivre de long séjour à l'hôpital ou en établissement spécialisé (EHPAD[1]). C'est la raison pour laquelle on assiste actuellement à l'essor rapide de structures de prise en charge à domicile (HAD, SSIAD, MAD[2]), que nous désignerons sous le sigle PAD.
L'évolution du code de la santé publique, suite à la loi santé de 2016 (*LOI n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé*, 2016), reconnaît la nécessité d'inscrire l'usager des services de santé dans un parcours de soins coordonné, nouvelle dimension dans l'organisation du système imposant une continuité et une meilleure synergie entre intervenants. Il y a donc logiquement convergence entre l'évolution des besoins de la population et les directives prônées par les institutions publiques. Toutefois, sur le terrain, la réalité opérationnelle tarde à être en ligne avec ces directives institutionnelles.
Si elles se font un devoir de répondre au mieux aux demandes de PAD, ces structures compétentes sont directement et très concrètement confrontées à des difficultés de management en termes de définition et de pilotage d'activités, susceptibles de limiter la qualité du service rendu à la personne par ce mode de prise en charge. L'intervention de professionnels de santé libéraux ayant conventionné avec de telles structures pour

[1] Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes

[2] HAD : Hospitalisation à domicile; SSIAD : Service de soins infirmiers à domicile; MAD : Maintien à domicile

y intervenir est un point important dans l'analyse de ce système. Car ces ressources, si elles sont appelées à prendre en charge le patient, sont aussi impliquées dans d'autres activités indépendantes qui réduisent leur disponibilité pour l'établissement de référence. C'est le fondement de la coordination qui est obligatoire dans ce type d'organisation non hiérarchique.
Il en ressort le besoin de proposer un système d'aide au pilotage des interventions à domicile de professionnels sociaux, médicaux, médico-sociaux, paramédicaux autour du patient bénéficiaire. La fonction de coordination opérationnelle que nous allons définir est une fonction clé de ce système d'aide au pilotage. Ceci permettra de garantir une prise en charge globale et pluridisciplinaire de qualité et d'assurer la fluidité dans la transmission des données entre tous ces acteurs.
A cet égard, l'originalité de ce travail de recherche est de traiter la notion de coordination opérationnelle de la prise en charge à domicile par une approche systémique. Notre but est d'engager une réflexion prospective autour de cette problématique en tenant compte du foisonnement des travaux sur ces systèmes, et de structurer ces connaissances disponibles pour spécifier des outils d'ingénierie adaptés à la réalité de ce sujet sur le terrain.
Ainsi, nous essaierons dans un premier temps d'exploiter les références bibliographiques pour alimenter l'analyse systémique. L'apport de notre travail doit se situer dans l'identification des attributs qui permettent de qualifier les organisations avec un souhait de représentation exhaustive. Puis, nous tenterons d'exploiter ce premier bilan pour identifier des besoins de R&D.

2 Capital de connaissances sur la coordination de PAD

(McDonald et al., 2007) ont délivré une définition de la coordination dans le domaine des soins : « la coordination est l'organisation délibérée des activités de soins à un patient par plusieurs acteurs du système de santé. Elle implique la mobilisation de personnels et d'autres ressources. Elle est souvent opérée par des échange d'informations entre les parties prenantes des soins ».
Il s'agit donc de déterminer un ensemble des décisions à destination d'un collectif à structure non hiérarchique dont il faut harmoniser les activités pour produire un bouquet de services de proximité au patient, conforme aux soins qu'il doit recevoir. La théorie du pilotage hiérarchisé des systèmes de production a été appliquée aux systèmes de santé. (Gourgand, 2008) a ainsi introduit trois niveaux classiques de prise de décision avec des horizons de temps de portée différente. Nous nous intéresserons uniquement aux décisions de niveau opérationnel pour lesquelles les équipes sont dimensionnées et le portefeuille de patients connu. Cet ensemble de décisions à court terme obéira à différents critères partagés par ce collectif (performance, qualité, coût, etc.). C'est dans cette acception que nous situons notre contribution.
Afin d'aller plus avant dans la description de la coordination opérationnelle dans les structures de prise en charge à domicile, nous définissons les trois dimensions d'un cadre avec une démarche classique en analyse de systèmes. Nous avons ainsi :

- La modélisation du système : l'objectif est d'établir une base à un niveau très générique composée de différents artéfacts forgeant la description d'une PAD, et de s'armer pour affronter la complexité des problèmes de coordination sous-jacents par l'usage de modèles de processus métier. Parmi les facteurs de diversité entrant dans cet exercice de modélisation, nous citerons la nature de la structure, les personnels engagés dans la réalisation des missions (administratifs, soignants, aidants, et intervenants divers), les usagers et les patients, les moyens de transport, etc.
- La spécification du pilotage à court terme: la formulation des multiples problèmes posés par le pilotage de la PAD est ciblée afin de cerner l'espace des différentes prises de décision qui présideront à la coordination. De fait, beaucoup d'auteurs se sont intéressés à des problèmes couvrant partiellement le besoin. L'ordonnancement des interventions, le routage des intervenants, la planification des horaires de ces personnes ou encore l'affectation des soignants aux demandes de PAD des patients, sur des échelles de temps qui sont très variables (jour, semaine, mois), sont autant d'illustrations de ce à quoi peuvent être confrontés des acteurs qui ont la volonté de coordonner.
- La définition d'une solution d'aide à la décision pour la coordination : dans cette partie, on s'intéressera à l'organisation du pilotage, à la mécanique de la prise de décisions. Dans la littérature,

ce sont souvent des méthodes d'optimisation qui sont appliquées pour résoudre les problèmes formulés. Appréhendé de manière globale, le jugement de valeur porté sur l'organisation du pilotage passe par une critique de la qualité des décisions prises et par une estimation des propriétés du système en fonctionnement. La prise en compte des aléas, par exemple, est un facteur important dans la PAD du fait de la nature même des activités de soins qui sont à prodiguer.

2.1 Modélisation du système

D'après (En-nahli et al., 2015), la modélisation du problème est compliquée par la conjugaison des facteurs tels que la variation de la demande des patients, les qualifications des soignants, la compatibilité ou l'affinité des compétences entre les soignants et les patients, l'absentéisme imprévisible, les temps de repos journaliers pour les soignants, les restrictions sur la charge de travail des aidants naturels, les exigences organisationnelles et l'équité de la charge de travail chez les soignants.
La Figure 1 est un point d'entrée de notre approche, une forme de cartographie basée sur le rapport entre l'offre et la demande. Cette classification donne une première répartition des éléments de modélisation en deux volets, un caractérisant les acteurs délivrant les services, l'autre qualifiant les attentes des bénéficiaires. Dans chaque classe, il y a des données caractéristiques de l'organisation de la PAD, mais aussi des variables de décision, des critères jugeant du bien-fondé des services proposés, ou encore des relations évoluées entre les données et les variables élicitant des champs de contraintes à respecter.

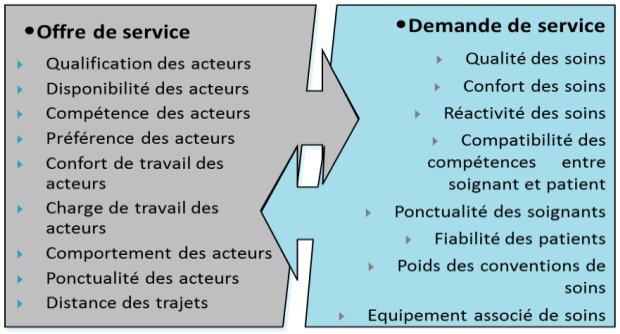

Figure 1 : Offre de service et demande de service de système de PAD

(Castillo-Salazar et al., 2012) mettent en évidence ces rapports d'adéquation entre la demande des patients et la qualification des soignants. Si l'on veut structurer le pilotage, d'après (Lanzarone and Matta, 2014; Matta et al., 2014), les décisions de gestion des opérations de soins et de bien-être peuvent être classées, non pas en trois, mais en quatre niveaux de décision selon l'horizon de temps dans une approche hiérarchisée du pilotage. Le niveau opérationnel est alors traité en deux niveaux. A travers l'étude de (Mankowska et al., 2014), nous découvrons le poids de la qualification des acteurs du côté soignant dans les décisions de services à faire dans la PAD. (Lanzarone et al., 2010) présentent les critères permettant de classifier les patients et (Carello and Lanzarone, 2014) introduisent la classification des soignants en fonction du besoin des patients. La culture, la réglementation et les pratiques en vigueur sur un territoire influencent la PAD. Ainsi, l'étude de (Yuan and Fügenschuh, 2015) présente les services offerts par une structure de PAD en Allemagne.
La Figure 2 schématise une structure-type du système de PAD si l'on se confine aux seuls acteurs.

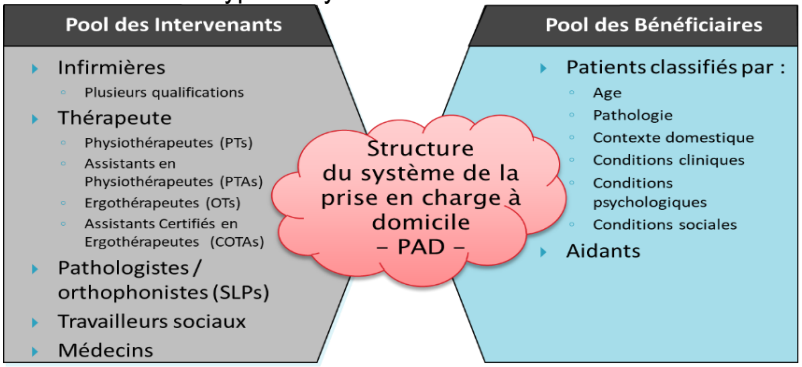

Figure 2 : Structure de système de PAD

Une nomenclature des actes de soins est généralement définie par la réglementation, elle constitue une source d'informations incontournable pour la définition des activités de soins. Si cette nomenclature a son utilité dans le cadre de l'assurance maladie pour traiter des aspects financiers de la PAD, elle offre une base solide pour tisser des liens entre actes de soins et qualification des intervenants.
Le moyen de transport des intervenants pour la description d'une tournée d'intervenant (le routage) au sein de la PAD est étudié en détail par (Hiermann et al., 2015). Il concerne des services dits de proximité. En effet, la dimension territoriale du service offert joue sur le rayon d'actions de la structure en charge de coordonner la PAD. Selon les lieux, une combinaison de modes de transport privés et/ou en commun peut entrer en jeu. Cela rend le problème plus contraint et plus difficile à formuler. Cette faculté de déplacement des soignants a été étudiée par (Maya Duque et al., 2015) dans le cadre d'une grande maille territoriale (zone couverte divisée en 44 régions indépendantes). Partant d'un exemple de terrain, (Du et al., 2017) mettent en évidence le poids des conventions de soins dans un pilotage de PAD en Chine.
Le Tableau 1 est une synthèse des publications scientifiques contribuant à une connaissance plus approfondie et plus structurée de la diversité des PAD. Ces connaissances sont relativement récentes. Elles abondent dans le sens d'une réelle complexité dont il faut tenir compte si l'on souhaite rester pragmatique.

Référence	Constat de la complexité du système
(En-nahli et al., 2015)	Les deux entités (offre de service et demande de service) structurant notre système
(Mankowska et al., 2014)	Point de vue soignants au sein d'une structure de PAD.
(Hiermann et al., 2015)	Moyens de transport pour le déplacement au sein de PAD.
(Lanzarone et al., 2010)	Critères de la classification des patients ainsi que les incertitudes de la coordination autour du patient.
(Lanzarone and Matta, 2014; Matta et al., 2014)	Classification des décisions de gestion des opérations en fonction de l'horizon temporel.
(Castillo-Salazar et al., 2012)	Liaison entre la demande des patients et la qualification des soignants.
(Carello and Lanzarone, 2014)	Classification des soignants en fonction du besoin des patients
(Yuan and Fügenschuh, 2015) (Shao et al., 2012)	Services offerts par une structure de PAD en Allemagne ainsi qu'un service de rééducation et la profession des thérapeutes correspondante.
(Maya Duque et al., 2015) (Rest and Hirsch, 2016)	Dimension territoriale du service et combinaison des modes de transport publique pour le déplacement des soignants
(Du et al., 2017)	Critères de coordination, poids des conventions de soins à travers un pilotage de PAD en Chine.

Tableau 1 : Synthèse de la complexité du système PAD

Si le point d'entrée par le rapport entre offre et demande est naturel, le caractère critique des services de soins est à prendre en compte à son juste niveau.
Par exemple, aucune de ces références ne s'intéresse à l'influence de la complaisance ou de la tolérance des patients dans la planification, ni à la variabilité de la durée des soins en fonction de la pathologie des patients, de la condition clinique, de la condition psychologique ou de la condition sociale. Le facteur humain est un peu minimisé dans cette veine de travaux. Or, le monde médical est aujourd'hui très retissant à l'idée d'accorder un poids plus grand à l'acte de planification des activités des soins, à faire de l'efficience un des indicateurs de son bon fonctionnement. Et ainsi de donner un poids à cette dimension qui pourrait rivaliser avec l'autonomie dont il veut jouir de passer le temps nécessaire avec chaque patient, qui est un cas spécifique échappant à l'espace des règles trop générales, au fil de l'eau et dans le flux même des activités en fonction du besoin constaté. C'est un point dont il faut tenir compte dans une volonté d'être assez exhaustif dans la mise au point d'outils de modélisation de ces systèmes, et donc de langages adaptés à la description d'une PAD fondant un tremplin pour la prise de décisions.

2.2 Spécification du pilotage à court terme d'un réseau de PAD

Sous l'hypothèse que nous saurions caractériser une PAD, quelle que soit celle-ci, nous devons maintenant aborder ce qu'est le pilotage dans une telle organisation et ce qu'implique la nécessité de coordination des intervenants. (Mankowska et al., 2014) ont traité la coordination par un modèle de planification quotidienne des services de soins effectués par les équipiers d'une PAD. (En-nahli et al., 2015b) présentent une étude dont dans le but de trouver les plannings de travail réalisables pour chaque intervenant, afin d'assurer les satisfactions des patients et des soignants tout en contrôlant les coûts en respectant les préférences des patients. Ces articles montrent les contraintes propres à la planification quotidienne des services de soins, la granularité dans la définition du besoin des patients, des qualifications individuelles du personnel, des interdépendances entre les différentes opérations de service et le groupage/dégroupage des soignants. D'après (Trautsamwieser and Hirsch, 2014), la décision principale est l'affectation de chaque visite d'un

patient à une infirmière pendant la semaine. (Yuan and Fügenschuh, 2015), l'objectif de la planification est de couvrir toutes les visites hebdomadaires avec un coût d'exploitation minimal. Cela doit être réalisé sans perte de la qualité du service, avec la garantie d'une durée d'intervention suffisante, le respect des intervalles de jour et de temps spécifiés pour un patient. (Rest and Hirsch, 2016; Shao et al., 2012) présentent un problème d'optimisation d'un cas d'études de PAD basé sur la coexistence d'un modèle journalier et d'un modèle hebdomadaire. Les contraintes d'affectation, incluant les heures de travail maximales et les temps de pause, doivent être respectées obligatoirement. Ces articles abordent la coordination sous l'angle de l'affectation des ressources (les visites hebdomadaires d'infirmière, les contraintes des soignants). (Hiermann et al., 2015) présentent un ordonnancement des soignants mettant en jeu des contraintes : les horaires préférentiels, la satisfaction des personnels et les itinéraires dans un environnement multimodal (voitures ou transports en commun) auprès d'une importante structure autrichienne de la PAD. (Redjem and Marcon, 2016) présentent une solution de planification pour le routage des soignants dans le but d'offrir le meilleur service et sans violer les préférences calendaires des patients. (Du et al., 2017) ont identifié le problème du routage des soignants en tant que variante du problème du voyageur de commerce (PVC) (Gendreau et al., 1998).
Le Tableau 2 établit une liste de critères pris en compte pour la formulation du pilotage de PAD dans ce pool de références.

Référence	Type	Point de vue	Echelle	Contraintes prises en compte
(En-nahli et al., 2015b) (Mankowska et al., 2014)	Planification globale	Patient	Jour	Granularité dans la définition du besoin des patients, des qualifications individuelles du personnel, des interdépendances entre les différentes opérations de service et le groupage/dégroupage de ressources
(Trautsamwieser and Hirsch, 2014) (Yuan and Fügenschuh, 2015) (Rest and Hirsch, 2016; Shao et al., 2012)	Affectation des ressources	Soignant	Jour et Semaine	Qualification pour le traitement requis des patients, la disponibilité des infirmières, la qualité du service, les intervalles de jour et de temps spécifiés pour un client, la fréquentation d'affectation en fonctions de la qualification des soignants, de l'heure de travail maximum, des coupures pour une journée
(Hiermann et al., 2015)	Ordonnancement	Soignant	Jour ou Semaine	Horaires préférés, satisfaction des personnels et modalité d'itinéraires
(Redjem and Marcon, 2016) (Du et al., 2017)	Routage	Soignant	Jour ou Semaine	Préférences calendaires, l'acheminement des usagers (soignant) vivant à différents endroits

Tableau 2 : Synthèse de la spécification du pilotage à court terme d'un réseau de PAD

Nous en tirons plusieurs enseignements. D'abord, il y a plusieurs formes de problèmes relativement classiques qui s'entremêlent dans cette spécification de ce qu'est la prise de décision pour coordonner une PAD : planification, affectation, ordonnancement et routage. Ensuite, il semble logique qu'une satisfaction totale des exigences des patients s'oppose à un moment donné à une faculté à rendre le service attendu. Il s'en dégage une forme d'équilibre entre l'offre et la demande qui transparaît dans la spécification du pilotage. Enfin, les horizons de temps jouent bien un rôle de premier plan. Le jour et la semaine sont souvent les mailles de temps préférés.
Cette analyse met en évidence le peu de travaux (2/9) adoptant un point de vue patient pour la coordination. Mais il est possible toutefois de trouver des travaux qui plaident pour ce point de vue. Dès lors, le bien-fondé du rapport entre offre et demande que nous avons utilisé comme trame pour la modélisation s'étendrait à la spécification, pointant le besoin d'intégrer des équilibres subtils dans la prise de décision.

2.3 Aide à la décision pour la coordination de la PAD

Selon la nature mathématique des variables caractérisant les décisions, la préférence donnée à plusieurs critères, les types de contraintes pesant sur l'offre et la demande qui sont admises dans le champ de formulation mathématique du problème, les solutions varient. Il est flagrant de constater que la taille des problèmes du terrain induit des difficultés de temps de calcul et relativise la portée opérationnelle de beaucoup de solutions séduisantes sur le papier. Une possibilité élégante de contourner cette difficulté est de faire une décomposition du problème appréhendé dans son ensemble en une collection cohérente de sous problèmes. Certaines solutions sont proposées en une seule étape. Elles sont souvent relatives à un type de besoin de coordination. (Trautsamwieser and Hirsch, 2014) présentent l'approche Branch-Price-Cut (BPC) pour résoudre l'affectation des soignants et le regroupement des ressources en fonction des besoins patients à long-terme, mais sans prendre en compte des variabilités de temps de travail. Pour résoudre le problème de l'affectation des soignants,(Carello and Lanzarone, 2014) ont appliqué un modèle d'affectation robuste à

cardinalité fixée (initialement proposé par (Bertsimas and Sim, 2004)) avec prise en compte des incertitudes des horaires de chaque visite. (Lanzarone et al., 2010) présentent un modèle stochastique permettant d'intégrer les incertitudes propres aux patients recevant un service de la PAD. Un modèle de programmation stochastique est proposé par (Yuan et al., 2015). (Shao et al., 2012) utilisent la programmation en variables mixtes pour dimensionner le portefeuille des patients. (En-nahli et al., 2015b) introduisent une approche multi-objectif pour affecter les soignants tout en respectant la satisfaction des patients. Pour résoudre le problème de l'ordonnancement ou du routage, plusieurs algorithmes sont testés. Un algorithme génétique associé à une recherche locale est proposé par (Du et al., 2017). (Mankowska et al., 2014) présentent une puissante heuristique axée sur la performance de service. (Rest and Hirsch, 2016) propose une approche pour calculer les temps de déplacement dépendant des horaires des transports en commun avec une dimension calculatoire limitée. (Yuan and Fügenschuh, 2015) ont formulé le problème comme un modèle de programmation linéaire en nombre entier basé sur une formulation de flot maximum dans un multi-graphe. (Issabakhsh et al., 2018) ont développé une solution axée sur une propriété de robustesse qui prend en compte les incertitudes sur les temps des actes de soins.

Certaines solutions sont proposées en deux étapes. Pour résoudre le problème de l'affectation des soignants, (Maya Duque et al., 2015) proposent un modèle bi-objectif pour réaliser la planification. La stratégie de mise au point comporte deux étapes : l'optimisation du niveau de service et l'optimisation de la distance totale parcourue. (Hiermann et al., 2015) ont eux aussi choisi une approche en deux étapes. Pour résoudre le problème de l'ordonnancement ou du routage, (Redjem and Marcon, 2016) proposent une approche en deux étapes appelée heuristique de routage des soignants (CRH). (Rodriguez et al., 2015) proposent une approche en deux étapes basée sur la programmation stochastique linéaire entière en les regroupant par catégories requises par des patients considérant des demandes incertaines**.** Enfin, il existe aussi des solutions pour résoudre séquentiellement les problèmes d'affectation et de routage des soignants, ces deux étapes pouvant avoir des échelles différentes. (Yalçındağ et al., 2016) ont proposé une technique de régression de type noyau (KR) (Wand and Jones, 1994).

Référence	Regroupement et dimensionnement	Affectation	Routage et ordonnancement	Offre	Demande	Incertitude	Horizon de la prise de décision[3]	Base algorithmique
(Trautsamwieser and Hirsch, 2014)	X	X		X			M	Branche-Price-Cut
(Issabakhsh et al., 2018)			X	X		X	M	Solution robustesse
(Carello and Lanzarone, 2014)		X				X	M	Modèle à cardinalité fixée
(Du et al., 2017)			X	X			J	Algorithme génétique et recherche locale
(Shao et al., 2012)	X		X	X	X		M	Programmation en variables mixtes
(Yuan et al., 2015)		X		X		X	J	Branch and bound, algorithme d'étiquette
(Lanzarone et al., 2010)		X		X		X	M	Chaîne de Markov
(Mankowska et al., 2014)			X	X			J	Heuristique
(En-nahli et al., 2015b)		X		X			J	Programmation linéaire en variables, somme pondérée et heuristique
(Rest and Hirsch, 2016)			X	X			M	Recherche taboue
(Yuan and Fügenschuh, 2015)			X	X			M	Multi-graphe, algorithme glouton et recherche locale
(Redjem and Marcon, 2016)			X	X			M	Heuristique glouton
(Hiermann et al., 2015)			X	X			M	Programmation des contraintes, procédure aléatoire, algorithme memetique, recherche de dispersion et recuit simulée
(Rodriguez et al., 2015)	X		X	X		X	M	Programmation stochastique linéaire entière
(Yalçındağ et al., 2016)		X	X	X			M	Régression Kernel (KR)
(Maya Duque et al., 2015)			X	X			J	Approche multi-objectif

Tableau 3 : Synthèse sur l'aide à la décision de la coordination de la PAD

[3] M : Multi-jour ; J : Jour

Le Tableau 3 propose une qualification de ces travaux en héritant des dimensions structurantes du problème de coordination évoquées dans la partie modélisation et dans la partie spécification. Nous avons ajouté deux critères, celui de la prise en compte de l'incertitude et celui de la base algorithmique du calcul. A la lecture de ce Tableau 3, nous pouvons constater qu'il y a peu de travaux (3/16) qui proposent un prétraitement avant planification détaillée (le groupement et le dimensionnement des ressources ou des demandes). Cela entraine une efficacité moindre des modèles mathématiques (temps de calcul élevé, mémoire insuffisante, etc.). D'ailleurs, toutes nos recherches montrent que la planification se concentre sur l'ordonnancement des infirmières et négligent la planification des demandes. (Shao et al., 2012) font un prétraitement pour regrouper les patients avant la planification, mais sans planifier les demandes des patients.
Enfin, parmi les références étudiées dans cet état de l'art, on peut relever qu'il y a 5 articles qui s'intéressent aux incertitudes dans leurs modèles : pour (Issabakhsh et al., 2018) : incertitudes de temps et d'acheminement ; pour (Carello and Lanzarone, 2014) : incertitudes des horaires de chaque visite ; pour (Yuan et al., 2015) : incertitudes de l'arrivée tardive chez les clients ; pour (Lanzarone et al., 2010) : variabilité de la durée de chaque visite, pour (Rodriguez et al., 2015) : demandes incertaines.

3 Conclusions et perspectives de recherche

Suite à cette synthèse bibliographique, il apparaît que la prise en compte de manière exhaustive des multiples dimensions du problème de coordination dans le cadre de la PAD reste un sujet à fort potentiel. Nous avons lancé notre projet de recherche en fixant des enjeux pour chacune des trois phases. Nous pensons d'abord qu'il est intéressant de développer un langage de modélisation adapté à la définition du fonctionnement d'une PAD et de l'enrichir par des construits spécialisés pour expliciter des sources d'incertitude qui peuvent peser sur le bon fonctionnement de la coordination. Puis nous souhaitons caractériser une base de connaissances à partir de cette capacité à modéliser afin de spécifier des besoins de coordination en respectant les exigences diverses des acteurs. Il s'agira in fine de traduire cette expression du besoin en un modèle mathématique de prises de décision. La troisième phase consiste à construire un cadre de résolution de problèmes. Cette solution doit être agrémentée d'indicateurs permettant de juger de sa qualité. Au-delà des techniques d'exploitation de l'optimum en situation déterministe, la recherche devra tenir compte des sources d'incertitude, voire des risques, acquis par l'emploi du modèle construit par la première phase pour faire des études de cette solution dans une situation non déterministe (approche stochastique).

4 Bibliographie

Bertsimas, D., Sim, M., 2004. The Price of Robustness. Oper. Res. 52, 35–53. https://doi.org/10.1287/opre.1030.0065

Carello, G., Lanzarone, E., 2014. A cardinality-constrained robust model for the assignment problem in Home Care services. Eur. J. Oper. Res. 236, 748–762. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.01.009

Castillo-Salazar, A., Landa-Silva, D., Qu, R., 2012. A survey of workforce scheduling and routing. Presented at the Proceedings of the 9th International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling (PATAT 2012), Oslo, Norway, pp. 283–302.

Di Mascolo, M., Espinouse, M.-L., Hajri, Z.E., 2017. Planning in Home Health Care Structures: A literature review. IFAC-Pap., 20th IFAC World Congress 50, 4654–4659. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.689

Du, G., Liang, X., Sun, C., 2017. Scheduling Optimization of Home Health Care Service Considering Patients' Priorities and Time Windows. Sustainability 9, 253. https://doi.org/10.3390/su9020253

En-nahli, L., Allaoui, H., Nouaouri, I., 2015. A Multi-objective Modelling to Human Resource Assignment and Routing Problem for Home Health Care Services. IFAC-Pap., 15th IFAC Symposium onInformation Control Problems inManufacturing 48, 698–703. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.164

Fikar, C., Hirsch, P., 2017. Home health care routing and scheduling: A review. Comput. Oper. Res. 77, 86–95. https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.07.019

Gendreau, M., Hertz, A., Laporte, G., Stan, M., 1998. A Generalized Insertion Heuristic for the Traveling Salesman Problem with Time Windows. Oper. Res. 46, 330–335. https://doi.org/10.1287/opre.46.3.330

Gourgand, M., 2008. La modélisation, la simulation et l'optimisation des flux dans les systèmes hospitaliers. Bull. Société Fr. Rech. Opérationnelle D'Aide À Décision 21, 8–12.

Hiermann, G., Prandtstetter, M., Rendl, A., Puchinger, J., Raidl, G.R., 2015. Metaheuristics for solving a multimodal home-healthcare scheduling problem. Cent. Eur. J. Oper. Res. 23, 89–113. https://doi.org/10.1007/s10100-013-0305-8

Issabakhsh, M., Hosseini-Motlagh, S.-M., Pishvaee, M.-S., Saghafi Nia, M., 2018. A Vehicle Routing Problem for Modeling Home Healthcare: a Case Study. Int. J. Transp. Eng. 5, 211–228. https://doi.org/10.22119/ijte.2018.47755

Lanzarone, E., Matta, A., 2014. Robust nurse-to-patient assignment in home care services to minimize overtimes under continuity of care. Oper. Res. Health Care, Special Issue of the 2012 conference of the EURO working group Operational Research Applied To Health Services (ORAHS) 3, 48–58. https://doi.org/10.1016/j.orhc.2014.01.003

Lanzarone, E., Matta, A., Scaccabarozzi, G., 2010. A patient stochastic model to support human resource planning in home care. Prod. Plan. Control 21, 3–25. https://doi.org/10.1080/09537280903232362

LOI n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé, 2016. , 2016-41.

Mankowska, D.S., Meisel, F., Bierwirth, C., 2014. The home health care routing and scheduling problem with interdependent services. Health Care Manag. Sci. 17, 15–30. https://doi.org/10.1007/s10729-013-9243-1

Matta, A., Chahed, S., Sahin, E., Dallery, Y., 2014. Modelling home care organisations from an operations management perspective. Flex. Serv. Manuf. J. 26, 295–319. https://doi.org/10.1007/s10696-012-9157-0

Maya Duque, P.A., Castro, M., Sörensen, K., Goos, P., 2015. Home care service planning. The case of Landelijke Thuiszorg. Eur. J. Oper. Res. 243, 292–301. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.11.008

McDonald, K.M., Sundaram, V., Bravata, D.M., Lewis, R., Lin, N., Kraft, S.A., McKinnon, M., Paguntalan, H., Owens, D.K., 2007. Closing the Quality Gap: A Critical Analysis of Quality Improvement Strategies (Vol. 7: Care Coordination). Agency for Healthcare Research and Quality (US).

Redjem, R., Marcon, E., 2016. Operations management in the home care services: a heuristic for the caregivers' routing problem. Flex. Serv. Manuf. J. 28, 280–303. https://doi.org/10.1007/s10696-015-9220-8

Rest, K.-D., Hirsch, P., 2016. Daily scheduling of home health care services using time-dependent public transport. Flex. Serv. Manuf. J. 28, 495–525. https://doi.org/10.1007/s10696-015-9227-1

Rodriguez, C., Garaix, T., Xie, X., Augusto, V., 2015. Staff dimensioning in homecare services with uncertain demands. Int. J. Prod. Res. 53, 7396–7410. https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1081427

Shao, Y., Bard, J.F., Jarrah, A.I., 2012. The therapist routing and scheduling problem. IIE Trans. 44, 868–893. https://doi.org/10.1080/0740817X.2012.665202

Trautsamwieser, A., Hirsch, P., 2014. A Branch-Price-and-Cut approach for solving the medium-term home health care planning problem. Networks 64, 143–159. https://doi.org/10.1002/net.21566

Wand, M.P., Jones, M.C., 1994. Kernel Smoothing. CRC Press.

Yalçındağ, S., Matta, A., Şahin, E., Shanthikumar, J.G., 2016. The patient assignment problem in home health care: using a data-driven method to estimate the travel times of care givers. Flex. Serv. Manuf. J. 28, 304–335. https://doi.org/10.1007/s10696-015-9222-6

Yuan, B., Liu, R., Jiang, Z., 2015. A branch-and-price algorithm for the home health care scheduling and routing problem with stochastic service times and skill requirements. Int. J. Prod. Res. 53, 7450–7464. https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1082041

Yuan, Z., Fügenschuh, A., 2015. Home health care scheduling: a case study. Helmut-Schmidt-Univ., Professur für Angewandte Mathematik.