

# DESCRIPTIF DU SUJET ET ARGUMENTAIRE DU DIRECTEUR DE THESE

**Nom et prénom du directeur de thèse : Professeur François DELMOTTE**

**Intitulé du sujet de thèse (en français) : *Planification intelligente des soins personnalisés à domicile***

**Résumé du sujet de thèse (Décrire en français les objectifs visés en 1500 caractères maximum)**

L'Hospitalisation A Domicile (HAD) est une nouvelle forme d'hospitalisation à temps complet au cours de laquelle les soins sont effectués au domicile du patient ou dans les EHPA(D), les établissements d'hébergement pour les personnes âgées (dépendantes). Elle apporte une réponse majeure aux défis démographiques des prochaines décennies.

Cette nouvelle forme d'hospitalisation contribue à l'utilisation rationnelle des ressources hospitalière ou gériatriques (humaines et logistiques) en évitant ou en repoussant autant que possible des hospitalisations ; ou encore en autorisant des sorties précoces de l'hôpital ce qui peut réduire considérablement les risques d'exposition aux maladies nosocomiales.

Les structures d'HAD, déjà existantes, sont caractérisées par un nombre important de décisions concernant la réalisation des soins au patient et des décisions organisationnelles, nécessitant une planification rigoureuse et efficace. Pour contribuer au développement de l'HAD, il s'avère nécessaire de faire porter l'effort sur le développement d'approche intégrée de planification et de pilotage de ce système. C'est dans ce cadre que se situe ce sujet de recherche. Le défi majeur de ce travail consiste à proposer une approche hybride d'optimisation intégrant une technique d'intelligence artificielle et notamment le « Machine Learning » pour la modélisation et la résolution des problématiques tactique-opérationnelles dans les établissements d'HAD. Le niveau opérationnel concerne les décisions liées à l'exécution des soins. Il convient à court terme (semaine, jour) d'établir les emplois du temps des personnels compte tenu des soins programmés, des déplacements entre deux soins consécutifs, des risques de complication liés aux soins et de l'environnement (trafic, congés, météo, etc.). Ce système connaissant des multiples perturbations, liées à la nature aléatoire de l'être humain, nécessite une planification robuste et flexible permettant d'absorber les aléas. Ainsi, on propose le développement d'outils d'aide à la décision destinés aux praticiens de l'HAD pour l'élaboration d'un programme hebdomadaire et journalier robuste prenant en considération les habitudes de vie des patients (visites, siestes, activités, ...).

Les travaux antérieurs menés récemment au LGI2A ont permis une application de l'optimisation robuste à ce type de problèmes relatifs à la planification des soins en HAD (BenRabaa et al., 2017). Etant un environnement particulièrement sujet à l'incertitude, faire appel à l'optimisation robuste et à l'intelligence artificielle est une démarche pertinente pour la résolution de ce type de problématiques.

## DESCRIPTIF DU SUJET

### **1) Le sujet de recherche choisi et son contexte scientifique et économique :**

Ce projet s'inscrit d'un point de vue applicatif dans le domaine de l'ingénierie de la santé et d'un point de vue théorique dans celui de l'optimisation sous incertitudes et de l'intelligence artificielle.

De nombreux travaux utilisant des techniques issues du domaine de la recherche opérationnelle et de l'IA dans le domaine de la santé ont vu le jour très récemment et ont porté sur l'amélioration

de l'efficacité des systèmes de prise de rendez-vous pour les patients; l'automatisation du traitement des communications cliniques entre les soins secondaires et primaires; la création des systèmes d'aide à la décision clinique plus précis; la mise en place d'un système de santé personnalisé à travers la création d'une plateforme qui vise à envoyer des messages personnalisés aux patients sur les mesures qu'ils pourraient prendre pour améliorer leur santé... (Buch et al. 2019 ; Yu et al. 2018 ; Gulshan et al. 2016). C'est dans ce contexte que se positionne notre sujet.

Les verrous méthodologiques de cette thèse consistent à mener une étude exploratoire et proposer une ou plusieurs nouvelles approches hybrides issues du domaine de l'optimisation robuste et basées sur l'IA et l'apprentissage à travers l'utilisation du « machine learning » (ML) pour améliorer le rendement et l'efficacité des systèmes de gestion des ressources d'une structure HAD. Le ML est un champ d'étude de l'IA qui présente un grand avantage. Cet avantage consiste à donner aux systèmes informatiques la capacité d'apprendre sans programmation. En outre, l'intégration de l'IA dans la gestion des systèmes de soins; et ce, à travers le déploiement de solutions concrètes d'aide à la décision, avec des actions et des résultats perceptibles à court et moyen termes avec les indicateurs de performance du service de soins (amélioration du niveau de service et amélioration du taux de satisfaction patient) et la prise en compte des différentes évolutions (ou encore changements) du système représente un certain défi puisque cela dépend du contexte opérationnel qui est en évolution continue (état de santé du patient et de son comportement, ..).

## **2) L'état du sujet dans le laboratoire d'accueil :**

Les problématiques d'optimisation combinatoire et d'apprentissage sont des sujets d'intérêt pour le laboratoire depuis plusieurs années. Notamment, nous avons proposé des approches d'optimisation pour des problèmes d'ordonnancement (El-Amraoui et al., 2016) ; et dont certains sont appliqués à l'ingénierie de la santé (Afifi et al., 2016). Des approches d'apprentissages ont également été proposées (Pichon et al. 2016)

Le laboratoire LGI2A possède par ailleurs une expertise reconnue en ce qui concerne la théorie des fonctions de croyance de Dempster-Shafer, qui constitue un cadre formel riche, mêlant théories des probabilités et des ensembles, pour modéliser les incertitudes, dus aux événements imprévus, et auquel on pourrait faire appel dans ce projet (Pichon et al., 2016 ; Fortin e al., 2017).

Pour ce qui est de l'Hospitalisation à Domicile, plus récemment, nous nous sommes intéressés dans (BenRabaa et al., 2017) à la planification sous incertitude des soins personnalisés à domicile. Nous avons proposé plusieurs contributions de modèles linéaires déterministes pour la gestion des ressources d'une structure HAD et nous avons monté dans ce cadre un projet CMCU Franco-tunisien, PHC Utique (numéro 18G1410) portant sur la planification personnalisée en hémodialyse à domicile.

## **3) Les objectifs visés, les résultats escomptés**

L'objectif de cette thèse est de développer une ou plusieurs approches hybride d'optimisation et d'IA pour la planification et le pilotage des services de soins d'une structure HAD, exposée opérationnellement à de multiples évolutions. En outre, l'objectif est de fournir une solution, ou encore une démarche structurée, couvrant les différentes phases de l'analyse des données (habitudes de vie) et de l'identification des évolutions (état de santé et environnement), jusqu'à la

quantification des scénarios retenus et la mise en place de solutions permettant de répondre aux anomalies comportementales et/ou opérationnelles.

## Candidature et Profil

Envoyer cv complet ainsi que recommandation, lettre de motivation et relevés des notes (partiels si master 2 non fini), et toute publication soumise ou acceptée en master à :

Francois.delmotte@univ-artois.fr

adnen.elamraoui@univ-artois.fr

Le candidat aura un master en statistiques ou informatique orienté vers l'apprentissage/ la classification, des notions d'optimisation sont bienvenues.

Lieu de l'emploi

Université d'Artois, laboratoire Lgi2a situé dans l'antenne de Bethune

Contrat doctoral, Salaire net de 1400 euros environ plus des vacances éventuelles

## Références

Afifi, S., Dang, D-C and Moukrim, A. 2016. Heuristic solutions for the vehicle routing problem with time windows and synchronized visits, Optimization Letters, 10(3): 511-523.

Belhor, M., **El-Amraoui, A.**, Chaabane, S. and **Delmotte, F.** Planification des Ressources Humaines en Hospitalisation à Domicile: Cas d'Hémodialyse à Domicile. 10<sup>ème</sup> Conférence Francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, Valenciennes, 15-17 avril 2020.

Benoit Fortin, B., Hachour, S. and **Delmotte, F.** 2017. Multi-Target PHD Tracking and Classification using imprecise likelihoods, Int. J. of Approximate Reasoning, 90: 17-36.

Ben Rabaa, F., Harbi, S. and **El-Amraoui, A.**, Robust Optimization for a Home Care Scheduling Problem", 4th International Conference on Logistics Operations Management (GOL'18), Le Havre, 10-12 April 2017.

Buch, V.H., Ahmed, I. and Maruthappu, M. 2019. Artificial intelligence in medicine: current trends and future possibilities., Br. J. Gen. Pract., 68: 143–144.

**El-Amraoui, A.**, and ElHafsi, M., 2016. An Efficient New Heuristic for the Hoist Scheduling Problem, Computers & Operations Research (COR), 67: 184-193.

**El-Amraoui, A.**, Manier, M.-A., El Moudni, A. and Benrejeb, M. 2013. A genetic algorithm approach for a single Hoist Scheduling Problem with time window constraints, Engineering Applications of Artificial Intelligence (EAAI), 26 (7): 1761- 1771.

Gulshan, V. et al, 2016. Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. JAMA, 316: 2402–2410.

Pichon, F., Mercier, D. Lefevre, E. and **Delmotte, F.** 2016. Proposition and learning of some belief function contextual correction mechanisms, Int. J. of Approximate Reasoning, 72: 4-42.

Yu, K.H. and Kohane, I.S. 2018. Framing the challenges of artificial intelligence in medicine, BMJ Qual. Saf. bmjqs-2018-008551.