

## Avis de Soutenance

Monsieur Yong SHI

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **mardi 27 novembre 2018** à 10h00

Lieu : UTBM, 12 Rue Thierry Mieg, 90000 Belfort

salle Batiment I, 102

Titre des travaux : Modélisation et résolution des problèmes de routage et de planification des soins de santé à domicile liés à la prise en compte des incertitudes

Ecole doctorale : SPIM - Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques

Section CNU : 61

Unité de recherche : Laboratoire de Nanomédecine, Imagerie, Thérapeutique

Directeur de thèse : Olivier GRUNDER

Codirecteur de thèse : Toufik BOUDOUH  HDR  NON HDR

Soutenance :  Publique  A huis clos

Membres du jury :

| <u>Nom</u>         | <u>Qualité</u>             | <u>Etablissement</u>                 | <u>Rôle</u>          |
|--------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| M. Olivier GRUNDER | Maître de Conférences      | Université Bourgogne - Franche-Comté | Directeur de these   |
| M. Jin-kao HAO     | Professeur des Universités | Université d'Angers                  | Rapporteur           |
| M. Imed KACEM      | Professeur des Universités | Université de Lorraine               | Examineur            |
| M. Lionel AMODEO   | Professeur des Universités | Université de technologie de Troyes  | Rapporteur           |
| M. Toufik BOUDOUH  | Maître de Conférences      | Université Bourgogne - Franche-Comté | CoDirecteur de these |

## Résumé de la thèse (en français) :

Les soins de santé à domicile (HHC) sont un large éventail de services de santé pouvant être dispensés à domicile pour une maladie ou une blessure. Ces dernières années, le secteur des soins de santé est devenu l'un des plus grands secteurs de l'économie des pays développés. L'un des défis les plus importants dans le domaine des HHC consiste à affecter plus efficacement les ressources en main-d'œuvre et les équipements sous des ressources limitées. Étant donné que le coût du transport est l'une des dépenses les plus critiques dans les activités de l'entreprise, il est très important d'optimiser le problème de routage des véhicules pour les sociétés HHC. Cependant, la majorité des travaux existants ne prennent en compte que le modèle déterministe. Dans la pratique de HHC, le décideur et les aidants rencontrent souvent des incertitudes. Il est donc essentiel d'intégrer l'incertitude dans le modèle pour établir un calendrier raisonnable pour la société HHC. Cette thèse aborde le problème du routage et de la planification HHC en prenant en compte respectivement la demande non déterministe, le service et le temps de parcours. Le corps principal de la thèse est composé de trois œuvres indépendantes. (1) Sur la base de la théorie de la crédibilité floue, nous avons proposé un modèle de programmation par contraintes de hasard flou (FCCP) pour le problème de routage HHC avec une demande floue. Ce modèle présente à la fois des caractéristiques d'optimisation combinatoire et de FCCP. Pour faire face au problème à grande échelle, nous avons développé un algorithme génétique hybride avec la simulation de Monte Carlo. Trois séries d'expériences ont été menées pour valider les performances du modèle et de l'algorithme proposés. Enfin, l'analyse de sensibilité a également porté sur l'observation du paramètre variable impliqué dans la prise de décision floue. (2) En fonction de l'activité des soignants de HHC, nous avons proposé un modèle de programmation stochastique en deux étapes avec recours (SPR) pour la livraison et la reprise simultanées avec des temps de trajet et de service stochastiques dans HHC. Pour résoudre le modèle, nous avons d'une part réduit le modèle au cas déterministe. Le solveur de Gurobi, le recuit simulé (SA), l'algorithme de chauve-souris, l'algorithme de luciole ont été proposés pour résoudre le modèle déterministe pour 56 instances respectivement. Enfin, le SA a été adopté pour traiter le modèle SPR. Une comparaison entre les solutions obtenues par les deux modèles a également été réalisée pour mettre en évidence la prise en compte des temps de parcours et de service stochastiques. (3) Pour garantir la qualité du service, sur la base d'un budget de la théorie de l'incertitude, nous avons proposé un modèle d'optimisation robuste (RO) pour HHC Routing, prenant en compte les exigences en termes de temps de déplacement et de service. La vérification de la solution réalisable a été réécrite en tant que fonction récursive complexe. Recherche tabou, SA, Recherche de voisinage variable sont également adaptés pour résoudre le modèle. Un grand nombre d'expériences ont été réalisées pour évaluer le modèle déterministe et le modèle RO. Une analyse de sensibilité des paramètres a également été effectuée.

## Abstract (in English)

Home health care (HHC) is a wide range of healthcare services that can be given in one's home for an illness or injury. In recent years, the healthcare industry has become one of the largest sectors of the economy in developed countries. One of the most significant challenges in HHC domain is to assign the labor resources and equipment more efficiently under limited resources. Since the transportation cost is one of the most critical spendings in the company activities, it is of great significance to optimize the vehicle routing problem for HHC companies. However, a majority of the existing work only considers the deterministic model. In the practical of HHC, the decision-makers and caregivers often encounter with uncertainties. So, it is essential to incorporate the uncertainty into the model to make a reasonable and robust schedule for HHC company. This thesis addresses the HHC routing and scheduling problem with taking into account the non-deterministic demand, uncertain service and travel time respectively. The main body the thesis is composed of three independent works. (1) Based on the Fuzzy Credibility Theory, we proposed a fuzzy chance constraint programming (FCCP) model for HHC routing problem with fuzzy demand. This model has both characteristics of combinatorial optimization and FCCP. To deal with the large-scale problem, we developed a Hybrid Genetic Algorithm with the Monte Carlo simulation. Three series of experiments were conducted to validate the performance of the proposed model and algorithm. At last the sensitivity analysis was also carried out the observe the variable parameter involved in the fuzzy decision-making. (2) According to the activity of the caregivers in HHC, we proposed a two-stage stochastic programming model with recourse (SPR) for the simultaneous delivery and pick-up with stochastic travel and service times in HHC. To solve the model, firstly, we reduced the model to the deterministic one. Gurobi Solver, Simulated Annealing (SA), Bat Algorithm (BA), Firefly Algorithm (FA) were proposed to solve the deterministic model for 56 instances respectively. At last the SA was adopted to address the SPR model. Comparison between the solutions obtained by the two models was also conducted to highlight the consideration of the stochastic travel and service times. (3) To guarantee the service quality, based on a budget of uncertainty theory, we proposed a Robust Optimization (RO) model for HHC Routing with considering skill requirements under travel and service times uncertainty. The feasible solution check was rewritten as a complex recursive function. Tabu Search, SA, Variable Neighborhood Search are adapted to solve the model. A large number of experiments had been performed to evaluate the deterministic model and the RO model.