

## *Sujet de stage de master et de thèse doctorat* **Prévision et optimisation des soins complexes**

Laboratoire d'accueil : Centre Ingénierie et Santé (CIS), CNRS UMR 6158 LIMOS

Etablissement d'accueil : Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint Etienne

Directeur de thèse : Xiaolan Xie (PR)

Financement : Allocation de recherche

Durée : 3 ans. Démarrage le plus tôt possible et au plus tard le 01 octobre 2012.

**Sujet** : Les soins complexes comme en ceux en cancérologie sont des soins lourds, doivent respectés un certain protocole et s'étalent souvent sur une longue période de temps. De nombreuses informations concernant l'état de santé du patient sont disponibles à travers de nombreux examens médicaux. Le protocole de soins doit être adapté en fonction de l'état de santé du patient. Intégrer explicitement les données concernant l'état de santé du patient et les protocoles de soins dans la prévision et l'optimisation des soins complexes est crucial pour mieux anticiper les besoins des patients. L'objectif de cette thèse est de développer des méthodes de prévision et d'optimisation des soins complexes.

Cette recherche part des travaux de thèse d'Abdellah Sadki ([1, 2]) sur la planification et l'ordonnement des chimiothérapies en hôpital de jour. Nous avons observé l'existence de nombreuses informations médicales sur l'état de santé du patient utilisées de manière empirique par les oncologues pour les décisions médicales comme le changement du protocole de soins. Il n'existe très peu de recherche théorique exploitant ces informations pour la prédiction des besoins en soins complexes. Cependant, des recherches récentes sur les décisions médicales et la modélisation des politiques de dépistage ([3-7]) montrent qu'il est possible de prédire l'évolution de l'état de santé du patient et d'utiliser les prévisions pour une meilleure prise de décision.

Cette recherche se décline en deux parties. Elle porte d'abord sur la prévision des besoins en soins complexes à moyen terme (à l'horizon de plusieurs années) et à court terme (à plusieurs semaines ou mois). Elle a pour objectif de développer un modèle quantitatif du type "Chaîne de Markov" pour décrire l'évolution de l'état de santé du patient. Elle s'appuiera sur les données des patients, les résultats épidémiologiques et les techniques d'analyse statistique.

En partant du modèle de l'état de santé du patient, l'objectif de la deuxième partie est de développer des stratégies optimales pour la planification des capacités de ressources nécessaires pour répondre aux besoins en soins complexes. Nous aborderons à la fois les décisions stratégiques et les décisions opérationnelles. La prévision des soins complexes à moyen terme (à plusieurs années) permet de planifier les besoins en ressources humaines pour les années à venir. La prévision à court terme de l'évolution de l'état de santé du patient permet d'améliorer les décisions opérationnelles comme la planification des rendez-vous des patients et l'emploi du temps des médecins. La principale difficulté de cette deuxième partie vient des incertitudes des flux des patients, l'évolution dynamique de l'état de santé du patient, et la prise en compte des données du patient. Nous nous appuyons sur des techniques comme l'optimisation Monte Carlo et les processus de décision Markoviens pour optimisation des modèles stochastiques sous-jacents.

**Profile** : Master de recherche en recherche opérationnelle ou génie industriel, modélisation stochastique, optimisation combinatoire, informatique appliquée, expérience de recherche en santé souhaitée

**Candidature** : Envoyer par email à ([xie@emse.fr](mailto:xie@emse.fr)) les pièces suivantes : CV, lettre de motivation, les notes et classement de la partie théorique du master de recherche ainsi que celles des deux dernières années, des lettres de recommandation.

- [1] Abdellah SADKI, Xiaolan XIE, Franck CHAUVIN, " Planning Oncologists of Ambulatory Care Units", Decision Support Systems, to appear.
- [2] Abdellah Sadki, Xiaolan Xie, Franck Chauvin. "Patients assignment for an Oncology Outpatient Unit ". Proc. IEEE Conf. Automation Science & Engineering (CASE'10), Toronto, Canada, 2010.
- [3] J. Chhatwal, O. Alagoz, E.S. Burnside, "Optimal Breast Biopsy Decision-Making Based on Mammographic Features and Demographic Factors", Operations Research, 58/6, 1577-1591, 2010.
- [4] M.S. Rauner, W.J. Gutjahr, K. Heidenberger, J. Wagner, J. Pasia , " Dynamic Policy Modeling for Chronic Diseases: Metaheuristic-Based Identification of Pareto-Optimal Screening Strategies," Operations Research, 58/5, 1269-1286, 2010.
- [5] Kurt, M., Denton, B.T., Schaefer, A., Shah, N., Smith, S., "The Optimal Timing of Statin Initiation for Patients with Type 2 Diabetes", submitted to Management Science , 2011.
- [6] M.S. Lavieri, M.L. Puterman, S. Tyldesley, W.J. Morris. When to Treat Prostate Cancer Patients Based on their PSA Dynamics, manuscript under revision
- [7] P.T Vanberkel, M.L Puterman, P. Santibanez , S. Tyldesley, " Panel Sizing in Oncology", under revision

MSc & Ph.D. position at the Ecole des Mines de Saint Etienne (France)

### **Demand modelling and operation management of complex cares**

**Supervisor:** Prof. Xiaolan Xie ([xie@emse.fr](mailto:xie@emse.fr), Centre for Health Engineering, Ecole des Mines de Saint Etienne)

**Duration :** Three years to start ASAP

**Thesis :** Complex cares such as oncology cares are subject to various care protocols and cover a long period of time. Rich information about health condition of patients is gathered along the health care process by blood tests before each chemotherapy session. Care protocols should be adapted according to the health condition of patients. Integrate explicitly data concerning patient health condition and care protocols in modeling and optimization of demand for complex cares is crucial for patient-centered health care. The goal of this research is to develop quantitative methods for demand forecasting and operation management of complex cares.

This research relies on our on-going work on optimization of oncology cares within the framework of the PhD thesis of Abdellah Saki [1, 2]. This on-going research focuses on planning and scheduling of chemotherapy treatments at an outpatient unit. It is observed that huge amount of medical data on patient's health conditions are available and used empirically by oncologists for medical decisions such as change of care protocols. There are scarcely any research initiatives for exploiting these data for forecasting complex cares. However, recent research on medical decisions and disease screening policies [3-7] show that it is possible to forecast the evolution of patient's health condition and use it for better decision making.

This thesis will address two related issues. It will first address the forecasting of demand for complex cares at mid-term (over years) and at short-term (over weeks or months). It aims at developing quantitative models such as Markov chains for modeling the dynamic evolution of patient's health condition. It will be based on medical data on patient health condition and results of epidemiological research.

Starting from the model of patient health condition, the second goal of this thesis is the development of optimal strategies for planning of health care resources in order to meet the changing demand for complex cares. Both strategy and operational decisions will be addressed. Mid-term demand forecast over years will be used for planning human resource capacity. Short-term forecast on evolution of patient's health condition will be used in operational decisions such as appointment scheduling and working time scheduling of physicians. The main difficulty of this second part is the need to take into account uncertainties related to patient flow, the evolution of patient's health condition and the integration of medical data of patients. Monte Carlo optimization and Markov decision process will be exploited to investigate the underlying stochastic models.

**Your background :** Master of science in operations research or industrial engineering, optimization, combinatorial optimization, stochastic modeling.

**How to apply :** Email to ([xie@emse.fr](mailto:xie@emse.fr)) the followings : CV, letter of motivation, notes and ranking of the three past years, letters of recommendation .

- [8] Abdellah SADKI, Xiaolan XIE, Franck CHAUVIN, " Planning Oncologists of Ambulatory Care Units", en revision for Decision Support Systems.
- [9] Abdellah Sadki, Xiaolan Xie, Franck Chauvin. "Patients assignment for an Oncology Outpatient Unit ". Proc. IEEE Conf. Automation Science & Engineering (CASE'10), Toronto, Canada, 2010.
- [10] J. Chhatwal, O. Alagoz, E.S. Burnside, "Optimal Breast Biopsy Decision-Making Based on Mammographic Features and Demographic Factors", Operations Research, 58/6, 1577-1591, 2010.
- [11] M.S. Rauner, W.J. Gutjahr, K. Heidenberger, J. Wagner, J. Pasia , " Dynamic Policy Modeling for Chronic Diseases: Metaheuristic-Based Identification of Pareto-Optimal Screening Strategies," Operations Research, 58/5, 1269-1286, 2010.
- [12] Kurt, M., Denton, B.T., Schaefer, A., Shah, N., Smith, S., "The Optimal Timing of Statin Initiation for Patients with Type 2 Diabetes", submitted to Management Science , 2011.
- [13] M.S. Lavieri, M.L. Puterman, S. Tyldesley, W.J. Morris. When to Treat Prostate Cancer Patients Based on their PSA Dynamics, manuscript under revision
- [14] P.T Vanberkel, M.L Puterman, P. Santibanez , S. Tyldesley, " Panel Sizing in Oncology", under revision