

Titre de la thèse/Thesis title : CONTRIBUTION A LA PLANIFICATION ET A L'OPTIMISATION DES BLOCS OPÉRATOIRES DANS UN CONTEXTE DE SITUATIONS SANITAIRES EXCEPTIONNELLES

Laboratoire d'accueil / Host Laboratory : SINERGIES

Spécialité du doctorat préparé/Speciality : Automatique, Informatique

Mots-clefs / Keywords : Situation Sanitaire Exceptionnelle, planification, bloc opératoire, système de santé, évaluation des performances, aide à la décision

Descriptif détaillé de la thèse / Job description

1. Contexte

Une situation sanitaire exceptionnelle (SSE) est une situation dans laquelle le système de santé n'est plus en mesure de répondre de manière adéquate aux besoins de la population en raison d'un ou plusieurs événements majeurs intervenant sur un territoire donné, pouvant être d'ordre épidémiologique, environnemental, industriel, ou autre.

Dans une situation de ce type, les autorités de santé mettent en place des mesures d'urgence pour répondre efficacement à l'afflux exceptionnel de patients et ainsi gérer la crise. Parmi ces mesures, il est particulièrement important d'organiser et d'optimiser au mieux l'utilisation des ressources de santé disponibles sur le territoire, en particulier en ce qui concerne le transport et les soins aux patients.

Cela se traduit notamment par la capacité à gérer une surcharge au niveau des infrastructures de santé, par exemple en adaptant la planification du personnel et des ressources dans une structure hospitalière. Il est également souvent envisagé de mettre en place des structures médicales temporaires (hôpitaux de campagne) pour désengorger les infrastructures de santé existantes et répondre efficacement à l'afflux de patients durant une SSE. D'autre part, des stratégies de répartition des patients entre établissements de santé peuvent être mises en place dans l'optique de réduire la surcharge de certaines structures hospitalières. Dans le cas où cela est possible, les ressources de santé des territoires frontaliers peuvent être sollicitées afin de soutenir les équipes médicales concernées par la SSE.

Dans ce cadre, les méthodes appliquées avec succès dans le domaine industriel pour évaluer et améliorer les performances peuvent être appliquées au cas de la gestion des ressources de santé dans une SSE à condition de prendre en compte les spécificités liées à ces systèmes, notamment la préservation de la qualité des soins.

2. Objectifs de recherche

La problématique scientifique de ce travail de thèse, qui se déroulera au sein de l'UR SINERGIES, consiste à étudier les problèmes organisationnels des ressources de santé disponibles sur un territoire, et proposer des outils d'aide à la décision pour y remédier.

L'organisation d'un système de santé est une activité complexe qui regroupe de nombreux paramètres difficiles à combiner et à optimiser. L'objectif de cette thèse est de contribuer à identifier et lever certains verrous scientifiques sur la modélisation et l'optimisation de l'organisation des systèmes de santé lors d'une SSE de type épidémique.

Plus particulièrement, l'étude portera sur la planification des blocs opératoires d'une structure de santé lors de la survenue d'une SSE. Différents éléments seront retenus comme la capacité des ressources de l'établissement, la disponibilité des équipes médicales et la charge à gérer en termes de patients (contraintes de temps et délais pour les interventions, urgences...).

Le but sera de développer des outils informatiques disposant de modules d'optimisation issus de la recherche opérationnelle qui permettront d'aider les spécialistes à planifier l'utilisation des blocs opératoires au niveau d'une structure de santé pour faire face à l'afflux de patients suite à une SSE.

Les objectifs scientifiques de ce travail de thèse sont les suivants :

- Étudier et analyser les systèmes de santé dans un contexte de SSE. Quelles sont les caractéristiques d'un bloc opératoire, son mode de fonctionnement, et les planifications appliquées lors d'une SSE ?
- Étude bibliographique sur les problématiques d'affectation et de planification des blocs opératoires dans les systèmes de santé, ainsi que sur les méthodes d'optimisation possibles en fonction des critères considérés
- Élaborer des modèles mathématiques en variables entières mixtes adaptés à ces systèmes qui prennent en compte les spécificités des SSE. Plusieurs scénarios devront être envisagés suivant que les blocs opératoires sont dédiés à une spécialité chirurgicale ou sont polyvalents.
- Développer des approches de résolution en fonction des critères retenus qui tiennent compte des délais opératoires et préserve la qualité des soins offerts aux patients. Les méthodes concernées pourront s'appuyer sur des méthodes d'optimisation exacte (solveur, génération de colonnes) ou des méthodes approchées dans le cas où les méthodes exactes s'avèrent peu efficaces. Il faudra également porter une attention particulière à l'évaluation des performances des algorithmes de résolution par exemple en proposant des bornes minimum pour les problèmes étudiés.
- Des expérimentations seront menées afin de valider les approches proposées, sur des données théoriques et réelles.

Références bibliographiques / Bibliography

- [1] LATORRE-NÚÑEZ, Guillermo, LÜER-VILLAGRA, Armin, MARIANOV, Vladimir, et al. Scheduling operating rooms with consideration of all resources, post anesthesia beds and emergency surgeries. Computers & Industrial Engineering, 2016, vol. 97, p. 248-257.
- [2] JEBALI, Aida et DIABAT, Ali. A stochastic model for operating room planning under capacity constraints. International Journal of Production Research, 2015, vol. 53, no 24, p. 7252-7270.
- [3] MOLINA-PARIENTE, Jose M., HANS, Erwin W., FRAMINAN, Jose M., et al. New heuristics for planning operating rooms. Computers & Industrial Engineering, 2015, vol. 90, p. 429-443.
- [4] VAN RIET, Carla et DEMEULEMEESTER, Erik. Trade-offs in operating room planning for electives and emergencies: A review. Operations Research for Health Care, 2015, vol. 7, p. 52-69.
- [5] LAMIRI, Mehdi, XIE, Xiaolan, DOLGUI, Alexandre, et al. A stochastic model for operating room planning with elective and emergency demand for surgery. European Journal of Operational Research, 2008, vol. 185, no 3, p. 1026-1037.

Profil demandé / Applicant profile

- Master en mathématiques appliquées, recherche opérationnelle, ingénierie, intelligence artificielle ou équivalent
- Bon niveau en mathématiques discrètes, programmation linéaire, théorie des graphes et statistiques
- Solide expérience en programmation (matlab, java, python ou C++) et analyse des données
- Connaissance de techniques de programmation mathématiques (solveurs) et méta-heuristiques
- Maîtrise de l'anglais scientifique

Personal characteristics:

- Appétence pour la résolution de problèmes complexes
- Rigoureux et esprit d'analyse
- Capacité à travailler en autonomie et en équipe,
- Très bonnes compétences en communication écrite et orale

Financement : MESRI Etablissement

Dossier à envoyer pour le **25 mai 2025**
Début du contrat : 1^{er} Octobre 2025

Salaire mensuel brut : 2200€ (à partir du 1^{er} janvier 2026 : 2300€ brut)

Direction de la thèse:/ Thesis Supervisor
GRUNDER Olivier / olivier.grunder@utbm.fr

Encadrement de la thèse : co-directeur(s) et co-encadrant(s)
BARAKAT Oussama / oussama.barakat@univ-fcomte.fr co-directeur
HAJJAM EL HASSANI Amir / amir.hajjam-el-hassani@utbm.fr co-directeur

Applicants are invited to submit their application to the PhD supervisors.

Application must contain the following documents:

- CV
- Cover letter
- At least 1 reference letter

Titre de la thèse/Thesis title : CONTRIBUTION TO THE PLANNING AND SCHEDULING OF OPERATING THEATRES IN THE CONTEXT OF EXCEPTIONAL HEALTH SITUATIONS

Laboratoire d'accueil / Host Laboratory : SINERGIES

Spécialité du doctorat préparé/Speciality : Automatic, Computer science

Mots-clefs / Keywords : Exceptional Health Situation, planning, scheduling, operating room, health system, performance evaluation, decision support

Descriptif détaillé de la thèse / Job description

1. Context

An exceptional health situation (EHS) is a situation in which the healthcare system is no longer able to adequately meet the needs of the population due to one or more major events occurring in a given area, which may be epidemiological, environmental, industrial, or otherwise.

In such a situation, health authorities implement emergency measures to effectively respond to the exceptional influx of patients and thus manage the crisis. Among these measures, it is particularly important to organize and optimize the use of available health resources in the territory, particularly with regard to transport and patient care.

This corresponds in particular to the ability to manage overload in the health structure, for example by adapting staff and resource planning in a hospital structure. It is also often considered to set up temporary medical structures (field hospitals) to relieve pressure on existing health infrastructure and respond effectively to the influx of patients during an EHS. Furthermore, strategies for distributing patients between health facilities can be put in place with a view to reducing the overload of certain hospital structures. Where it is feasible, health resources from border territories can be requested to support the medical teams concerned by the EHS.

In this context, the methods successfully applied in the industrial field to evaluate and improve performance can be applied to the case of health resource management in an EHS provided that the specificities linked to these systems are taken into account, in particular the preservation of the quality of care.

2. Research objectives

The scientific objective of this thesis, which will be conducted within the SINERGIES Research Unit, is to study the organizational problems of healthcare resources available in a given region and propose decision-making tools to address them.

The organization of a healthcare system is a complex activity that involves numerous parameters that are difficult to combine and optimize. The objective of this thesis is to contribute to identify and remove scientific locks to modeling and optimizing the organization of healthcare systems during an epidemic EHS.

More specifically, the study will focus on the planning and scheduling of operating rooms in a healthcare facility when an EHS occurs. Various elements will be taken into account, such as the facility's resources capacity, the availability of medical teams, and the patient load to be managed (time constraints and deadlines for interventions, emergencies, etc.).

The aim will be to develop IT tools with optimization modules derived from operational research that will help specialists plan the use of operating theatres within a healthcare facility to cope with the flow of patients corresponding to an EHS.

The scientific objectives of this thesis work are as follows:

- To study and analyse health systems in an EHS context. What are the characteristics of an operating room, its operating mode, and the planning applied during an EHS?
- Bibliographic study on the problems of allocation and planning of operating theatres in health systems, as well as on possible optimisation methods based on the criteria

considered.

- Develop mixed integer variable mathematical models corresponding to these systems that take into account the specificities of EHS. Several scenarios will have to be considered depending on whether the operating theatres are dedicated to a surgical speciality or are multi-purpose.
- Develop solving methods based on the selected criteria that take into account operating times and preserve the quality of care provided to patients. The considered methods may rely on exact optimization techniques (solver, column generation) or approximate methods in the case where exact methods prove inefficient. Particular attention will also be given to evaluate the performance of solving algorithms, for example by proposing minimum bounds for the studied problems.
- Experiments will be conducted to validate the proposed approaches, on theoretical and real data.

Références bibliographiques / Bibliography

- [1] LATORRE-NÚÑEZ, Guillermo, LÜER-VILLAGRA, Armin, MARIANOV, Vladimir, et al. Scheduling operating rooms with consideration of all resources, post anesthesia beds and emergency surgeries. Computers & Industrial Engineering, 2016, vol. 97, p. 248-257.
- [2] JEBALI, Aida et DIABAT, Ali. A stochastic model for operating room planning under capacity constraints. International Journal of Production Research, 2015, vol. 53, no 24, p. 7252-7270.
- [3] MOLINA-PARIENTE, Jose M., HANS, Erwin W., FRAMINAN, Jose M., et al. New heuristics for planning operating rooms. Computers & Industrial Engineering, 2015, vol. 90, p. 429-443.
- [4] VAN RIET, Carla et DEMEULEMEESTER, Erik. Trade-offs in operating room planning for electives and emergencies: A review. Operations Research for Health Care, 2015, vol. 7, p. 52-69.
- [5] LAMIRI, Mehdi, XIE, Xiaolan, DOLGUI, Alexandre, et al. A stochastic model for operating room planning with elective and emergency demand for surgery. European Journal of Operational Research, 2008, vol. 185, no 3, p. 1026-1037.

Profil demandé / Applicant profile

- Master's degree in applied mathematics, operations research, engineering, artificial intelligence, or equivalent
- Good knowledge of discrete mathematics, linear programming, graph theory, and statistics
- Strong experience in programming (Matlab, Java, Python, or C++) and data analysis
- Knowledge of mathematical programming techniques (solvers) and metaheuristics
- Fluency in scientific English

Personal characteristics:

- Aptitude for complex problem solving
- Rigorous and analytical mind
- Ability to work independently and as part of a team
- Excellent written and oral communication skills

Financement : MESRI Etablissement

Dossier à envoyer pour le **25 mai 2025**

Début du contrat : 1^{er} Octobre 2025

Salaire mensuel brut : 2200€ (à partir du 1^{er} janvier 2026 : 2300€ brut)

Direction de la thèse:/ Thesis Supervisor

GRUNDER Olivier / olivier.grunder@utbm.fr

Encadrement de la thèse : co-directeur(s) et co-encadrant(s)

BARAKAT Oussama / oussama.barakat@univ-fcomte.fr co-directeur

HAJJAM EL HASSANI Amir / amir.hajjam-el-hassani@utbm.fr co-directeur

Applicants are invited to submit their application to the PhD supervisors.

Application must contain the following documents:

- CV

- Cover letter
- At least 1 reference letter