



HAL
open science

Ordonnancement prédictif/réactif des parcours patients aux urgences

Lahcene Mezouari, Jean-Paul Boufflet, Aziz Moukrim

► To cite this version:

Lahcene Mezouari, Jean-Paul Boufflet, Aziz Moukrim. Ordonnancement prédictif/réactif des parcours patients aux urgences. ROADEF 2026 (27ème édition du congrès annuel de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision), Université de Tours [UT]; LIFAT (Laboratoire d'Informatique Fondamentale et Appliquée de Tours), Feb 2026, Tours, France. <hal-05534980>

HAL Id: hal-05534980

<https://hal.science/hal-05534980v1>

Submitted on 3 Mar 2026

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.



HAL Authorization

Ordonnancement prédictif/réactif des parcours patients aux urgences

Lahcene Mezouari¹, Jean-Paul Boufflet², Aziz Moukrim²

¹ Université du Littoral Côte d'Opale, LISIC, Calais, France
{lahcene.mezouari}@univ-littoral.fr

² Université de technologie de Compiègne, Heudiasyc, Compiègne, France
jean-paul.boufflet,aziz.moukrim@hds.utc.fr

Mots-clés : *ordonnancement, service d'urgences, métaheuristique*

1 Introduction et définition du problème

Les services d'urgence (SU) font face à une demande croissante rendant nécessaire l'optimisation de l'utilisation des ressources. Cela concerne le dimensionnement des équipes, la gestion des plannings ou l'ordonnancement des tâches de soins ([1, 2]). Nous étudions l'ordonnancement des tâches de soins des parcours des patients au sein du SU du CHU Jeanne-de-Flandres (Lille) sous contraintes de ressources (e.g. personnel soignant, nombre/type de box, capacités des lieux) en tenant compte d'objectifs de qualité de service. Le SU se structure en un circuit court (CC), ouvert de 8h à 21h pour les patients les moins urgents et un circuit long (CL), ouvert 24 h/24 pour les cas plus urgents ou nocturnes. Le CC dispose de box de consultation standards et de box spécialisés (e.g. suture, plâtre), le CL comprend quatre zones, uniquement composées de box standard, ces zones partagent une salle d'attente.

Nous nous focalisons sur la planification des patients dans le CC en supposant le triage effectué. Chaque patient suit un parcours composé de tâches de soins mais aussi d'attente et de déplacement, chacune mobilisant un lieu et éventuellement du personnel médical. Un parcours patient est modélisé par un graphe orienté acyclique (DAG) où les tâches (soin, attente, déplacement) sont soumises à des relations de précedence. Les tâches de soins et de déplacement sont non préemptives et les tâches d'attente sont à minimiser. L'objectif est de réduire le Length of Stay (LOS) global, somme des durées de séjour de l'ensemble des patients, et le Door-To-Doctor Time (DTDT), mesurant le délai avant la première consultation, pondéré par le degré d'urgence.

2 Approche proposée

Le fonctionnement d'un SU est un processus dynamique, marqué par les arrivées et les départs des patients. Nous avons commencé par étudier le cas statique pour modéliser le CC et pour obtenir des solutions de référence pour les approches heuristiques.

Nous avons proposé un modèle PLNE (Programmation Linéaire en Nombres Entiers) pour le CC [3]. Il permet d'obtenir des solutions optimales pour les petites instances et des solutions réalisables pour des instances plus grandes. Comme attendu, les temps de calcul ne sont pas compatibles avec les contraintes de temps du fonctionnement d'un SU. Nous avons ensuite proposé une heuristique IDCH (Iterative Destruction/Construction) qui a donné de bons résultats [3]. Pour les améliorer, nous avons proposé une métaheuristique ALNS (Adaptive Large Neighborhood Search). Nous avons étudié plusieurs opérateurs de destruction et de construction et évalué deux mécanismes d'acceptation adaptatifs pour les solutions non améliorantes.

Sur la base du travail réalisé dans le cas statique, le cas dynamique du problème a été étudié. Lorsque les patients arrivent, il est possible de déterminer leurs besoins spécifiques et les alternatives de traitement les plus appropriées. Nous proposons une approche prédictive/réactive.

L'idée est de générer un planning sans tenir compte de la possibilité de perturbations dynamiques, puis d'adapter le planning en fonction des événements qui se produisent (arrivée d'un patient, fin d'examen plus tôt ou plus tard, changement de disponibilité d'une ressource). En adaptant l'ALNS élaboré dans le cas statique au cas dynamique, nous concevons, modifions et optimisons le planning dynamiquement.

3 Résultats

Dans le cadre de ANR OIILH (Optimisation Inter et Intra Logistique Hospitalière) nous avons disposé de données issues du SU de l'Hôpital Jeanne-de-Flandre du CHU de Lille. Le niveau d'urgence et le code diagnostic renseigné après la première évaluation médicale ont été utilisés. Nous avons modélisé les parcours de patients les plus représentatifs et fixé les durées des tâches de soins en accord avec le personnel médical. Nous avons généré des instances à partir de ces parcours. Pour créer une instance contenant un ensemble de patients, nous avons simulé leurs arrivées selon un processus de Poisson non stationnaire et les parcours sont sélectionnés aléatoirement.

Nous avons mené des campagnes d'expérimentation de paramétrage de l'ALNS afin d'obtenir un bon équilibre entre qualité de solution et temps de calcul. L'évaluation de l'efficacité de chaque composant de l'approche ALNS montre que les composants utilisés sont nécessaires pour obtenir de bonnes solutions dans de bons délais de traitement. L'approche de résolution dynamique proposée obtient de bons résultats dans des temps de calcul compatibles avec les contraintes de réactivité d'un SU. La Figure 1 montre que les mises à jour dynamiques prennent moins de 120s dans la plupart des instances, ce qui est raisonnable en vue d'une mise en œuvre en situation réelle au sein d'un SU.

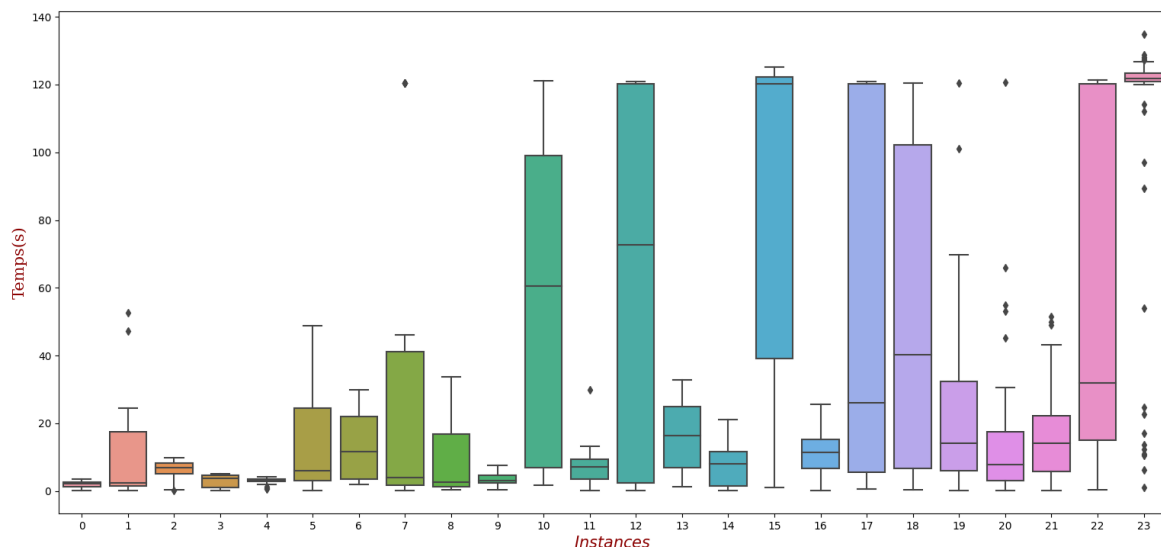


FIG. 1 – Les temps de mise à jour de planning dans le cas dynamique

References

- [1] Linda V. Green et al. « Using Queueing Theory to Increase the Effectiveness of Emergency Department Provider Staffing ». In: *Academic Emergency Medicine* 13.1 (2006).
- [2] Seunghoon Lee and Young Hoon Lee. « Improving Emergency Department Efficiency by Patient Scheduling Using Deep Reinforcement Learning ». In: *Healthcare* 8.2 (2020).
- [3] Lahcene Mezouari et al. « Scheduling in an Emergency Department, Linear Formulation and Heuristic Approach ». In: *2023 9th (CoDIT)*. IEEE. 2023.