

Comparaison des performances des politiques de programmation opératoire

Sondès CHAABANE

Maître de conférences, Université de Valenciennes, Laboratoire d'Automatique, de Mécanique, et d'Informatique industrielles et Humaines, e-mail: sondes.chaabane@univ-valenciennes.fr

Nadine MESKENS

Professeure des universités, Laboratoire de Mathématiques Appliquées et Aide à la Décision, FUCAM, e-mail : meskens@fucam.ac.be

Alain GUINET

Professeur des universités, INSA de Lyon, Laboratoire LIESP e-mail : Alain.Guinet@insa-lyon.fr

Marius LAURENT

Directeur médical, CHU de TIVOLI, Belgique, e-mail : marius.laurent@chu-tivoli.be

La planification des interventions chirurgicales est un exercice complexe qui constitue le noyau central de la gestion d'un bloc opératoire, un lieu hautement stratégique dans une structure hospitalière. Elle consiste à affecter des interventions à des salles d'opérations et des créneaux horaires en respectant les contraintes humaines et matérielles. L'objectif est de minimiser les coûts, les délais et d'augmenter la qualité des soins ainsi que la satisfaction des patients. Dans cet article, une méthode de planification est appliquée dans le cadre du bloc opératoire d'un hôpital universitaire Belge. Le but est de montrer son apport dans le cadre de différentes politiques de programmation opératoire.

Introduction

Les établissements de soins sont en pleine mutation et les problèmes de gestion et d'organisation des services de soins hospitaliers constituent un enjeu de plus en plus crucial.

En effet, depuis une vingtaine d'années, la société connaît de profonds bouleversements démographiques (vieillesse accrue de la population), et sociaux (montée de la précarité), qui ont contraint le système de protection sociale à se réformer, via des lois induisant la maîtrise des dépenses de santé. Les établissements de soins ont donc vu leur budget se resserrer. Face à ces contraintes liées aux modes de financement, ainsi qu'aux

attentes des personnels confrontés à une augmentation de leur activité et à l'adaptation à un environnement législatif évolutif, la nécessité d'une gestion efficace et efficiente est mise en exergue.

La planification opératoire constitue un élément central de la gestion hospitalière en raison du coût d'un bloc opératoire représentant plus de 10% du budget de l'hôpital (Macario *et al.*, 1995, 1997). Les nombreux aléas, la difficulté de standardisation et de coordination des interventions chirurgicales et le nombre élevé d'acteurs rendent complexe cette planification et la mise en œuvre de celle-ci nécessite un regard et des efforts soutenus.

Cette étude a été financée par la région Rhône-Alpes dans le cadre du projet HRP2.

Nous remercions les rapporteurs pour avoir accepté d'évaluer notre papier et pour toutes les remarques intéressantes données qui ont amélioré la qualité de ce travail.

Une méthode de planification des blocs opératoires (Chaabane, 2004 ; Guinet et Chaabane, 2003) permettant d'affecter les interventions programmées sur un horizon de T jours (généralement une semaine) aux salles d'opérations est présentée. Cette méthode est appliquée pour différentes politiques de programmation opératoire afin de déterminer laquelle convient le mieux à notre cas d'étude.

Dans la littérature, les deux politiques de programmation les plus couramment abordées sont la « Programmation ouverte » (*Open Scheduling*) et la « Programmation par allocation préalable des plages horaires » (*Block Scheduling*). Ce travail se focalise sur ces deux politiques mais aussi sur une troisième : la politique de programmation opératoire adoptée par le Centre Hospitalier Universitaire de Tivoli (Belgique). En effet, le CHU de Tivoli applique une politique de « *Block Scheduling* » dans laquelle les plages horaires sont affectées à une spécialité chirurgicale plutôt qu'à un chirurgien. Ce type de politique opératoire est couramment utilisé dans les hôpitaux belges.

Nous comparons, dans cet article, l'application de notre méthode de planification sur les trois politiques de programmation évoquées précédemment, selon des critères de performance tels que le taux global d'occupation des salles, le coût des heures supplémentaires, le nombre des salles d'opérations en dépassement, ... en utilisant des données issues de l'activité du bloc opératoire du CHU de Tivoli.

Kharraja *et al.* (2005, 2006) ont effectué une étude qui s'apparente à la nôtre en appliquant une méthode développée initialement pour la construction des plages horaires dans un contexte de programmation ouverte. Les auteurs ont comparé les stratégies d'*Open Scheduling* et de *Block Scheduling* au sein d'un hôpital public. Les expérimentations ont été basées sur des données générées selon des lois de distribution. Dans cet article, nous proposons une comparaison dans le sens inverse avec un cas réel d'application. L'apport concret de cette comparaison est de démontrer, en plus de la comparaison, l'apport de telles méthodes en pratique et leur possibilité d'application. Des outils basés sur ces méthodes ont été développés avec des interfaces Excel et mis à la disposition des hospitaliers pour les tester.

L'objectif de notre étude est double. D'une part, il s'agit de voir si effectivement la politique de programmation choisie par le CHU

de Tivoli est celle qui convient le mieux. D'autre part, le but est aussi d'apporter aux décideurs un outil automatisé aidant à la construction du planning opératoire.

Dans un premier temps, la problématique de planification opératoire ainsi que les trois différentes politiques de programmation opératoire, que nous allons comparer, sont présentées. Dans un deuxième temps, la méthode de planification du bloc opératoire qui sera appliquée est exposée. Cette méthode a pour objectif de minimiser le coût total des interventions (le coût des horaires d'ouverture des salles d'opérations en heures normales et supplémentaires et le coût des jours d'hospitalisation supplémentaires des patients reportés). Dans un troisième temps, les résultats des expérimentations obtenus par l'application de cette méthode de planification à partir de données opératoires réelles issues de l'activité du CHU de Tivoli pour les années 1999-2000, sont exposés.

Politiques de programmation opératoire

Etant donné que le bloc opératoire constitue le secteur le plus coûteux de l'hôpital, nous désirons améliorer le fonctionnement de ce secteur. Pour y arriver, nous pouvons reconfigurer les blocs opératoires ou améliorer les systèmes d'information ou encore optimiser les programmes opératoires. Nous allons dans cette étude nous concentrer sur la gestion de la programmation opératoire.

La programmation opératoire consiste à construire un planning prévisionnel des interventions chirurgicales à réaliser pendant une période, généralement une semaine, à partir des demandes émanant des services chirurgicaux et de prescripteurs externes. (Fei, 2006a)

Dans le même ordre d'idées, Smolski (1999) définit la programmation opératoire comme la clé de voûte de toute l'organisation des blocs opératoires; elle rythme l'activité des acteurs du bloc (chirurgiens, anesthésistes, IADE¹, IBODE²), mais aussi des services d'hospitalisation de chirurgie, des services de réanimation ou de soins continus post opératoires, la pharmacie, la radiologie, ...

Au cours des dernières années, de multiples tentatives d'importation et d'adaptation d'outils et de méthodes du Génie Industriel ont été effectuées pour la gestion des hôpitaux et de façon plus ciblée pour la gestion des blocs opératoires (Chaabane *et al.*, 2003). Conçus

1 - Infirmier Anesthésiste
Diplômé d'Etat

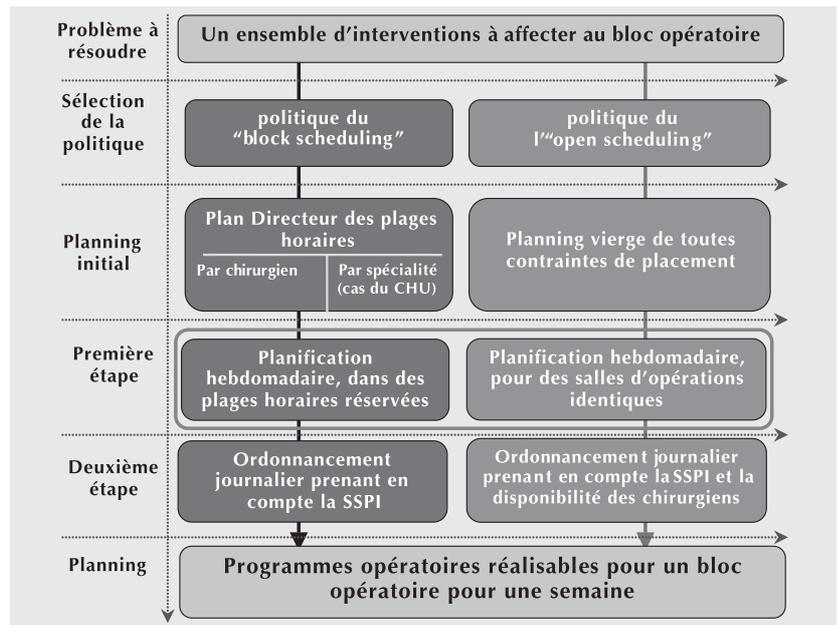
2 - Infirmier Bloc Opératoire
Diplômé d'Etat

pour le monde industriel, les différents outils à mettre en place demandent, pour être adaptés, une analyse des différents modèles de programmation existants. Une communauté scientifique anglo-saxonne active autour des travaux de F. Dexter³ diffuse régulièrement dans des revues spécialisées des résultats sur la mise en œuvre d'outils de construction du programme opératoire. Cette littérature fait état couramment de deux modèles de programmation opératoire : l'*Open Scheduling* et le *Block Scheduling*.

La programmation ouverte (*Open Scheduling* ou *Open Booking*) s'effectue sur un programme à priori vide de toute décision antérieure. Le remplissage du programme peut être réalisé de façon chronologique, au fur et à mesure des informations disponibles. Une attitude plus élaborée consiste à remplir périodiquement le programme en remettant en cause les placements précédents. Quoiqu'il en soit, la programmation est toujours centralisée. Cette technique a l'avantage d'être simple à organiser mais ne tient pas compte des préférences du chirurgien et peut aussi engendrer des dysfonctionnements (Kontak-Forsyth, 1995) comme la sous-utilisation des ressources, un grand taux de déprogrammation, des dépassements horaires, lorsqu'elle est réalisée de manière empirique. La réalisation d'un planning opératoire se réalise à deux niveaux. Le premier niveau concerne la planification des interventions qui consiste à affecter les opérations chirurgicales et les chirurgiens aux salles d'opérations tout en respectant leur capacité. Dans ce cadre nous pouvons citer les travaux de Dexter *et al.* (1999a), Fei *et al.* (2007), Guinet et Chaabane (2003) et Marcon *et al.* (2001). Le deuxième niveau concerne l'ordonnancement des interventions qui consiste à établir l'ordre de réalisation des opérations chirurgicales en salles d'opérations tout en prenant en compte la disponibilité des lits dans la salle de réveil et aussi le fait qu'un chirurgien ne peut opérer dans deux salles au même moment (Chaabane, 2004 ; Fei *et al.*, 2006b, 2006c).

La programmation par allocation préalable des plages horaires (*Block Scheduling*) est une programmation opératoire correspondant à une pré-réservation (avant l'affectation des interventions) d'une salle d'opération durant une période fixée à un et un seul chirurgien. La problématique à traiter pour ce type de programmation opératoire se compose de deux phases. En premier lieu, il convient d'effectuer une allocation des plages horaires à chaque chirurgien (ou spécialités chirurgicales, dans le

Figure 1 : Les politiques de programmation comparées



cas du CHU de Tivoli) selon leurs disponibilités et préférences. Dès que ces plages horaires sont affectées à un chirurgien pour une période donnée, elles ne peuvent plus être modifiées excepté lors des négociations et des redéploiements des plages horaires par la direction de l'établissement hospitalier, par exemple, annuellement. La deuxième phase consiste toutes les semaines à planifier et ordonnancer les interventions des chirurgiens dans leurs plages horaires réservées (Fei *et al.*, 2007). L'allocation de plages est la politique la plus utilisée en Amérique de Nord (Dexter et Macario, 1999b; Dexter *et al.*, 1999c, Mac Qyarrie, 1998, Overdyk, 1999).

Le choix d'une politique de programmation opératoire au sein d'un bloc opératoire dépend notamment du type de la structure de santé (institution publique ou privée, type de tarification, ...) et du nombre de patients anesthésiés (Marcon et Kharraja, 2003, Marty, 2003). En effet, les blocs opératoires ayant un nombre important d'interventions annuelles semblent opter pour une politique de "*Block Scheduling*" tandis que la politique de "*Open Scheduling*" n'est retenue que pour des blocs de petites dimensions (Marcon et Kharraja, 2003).

Dans la figure 1, nous récapitulons les trois politiques de programmation opératoire que nous allons comparer dans cette étude.

Après avoir détaillé les trois politiques de programmation que nous allons comparer, nous présentons la méthode de planification que nous allons utiliser.

Planification du bloc opératoire

L'objectif de la planification du bloc opératoire est d'affecter à chaque intervention une salle d'opérations et soit, une plage horaire (appelée aussi créneau horaire) dans le cas d'une programmation par allocation préalable des plages soit, une journée d'intervention dans le cas d'une programmation ouverte. Ce problème se détaille ainsi. Plusieurs patients doivent subir une intervention dans un bloc opératoire. Le bloc opératoire est composé de plusieurs salles d'opérations et d'une salle de réveil comportant plusieurs lits (généralement 1,5 lits par salle d'opérations). Chaque réalisation d'intervention dans une salle d'opérations nécessite un lit dans la salle de réveil sans temps d'attente entre la fin de l'intervention et le début du réveil. Dans cette configuration, une nouvelle intervention pourra être réalisée dans la salle d'opérations libérée après nettoyage. Nous ne considérons pas à ce niveau les lits de réveil qui sont intégrés en aval au niveau ordonnancement. Chaque patient doit recevoir un traitement anesthésique et un traitement chirurgical dans la salle d'opérations. Le traitement chirurgical est pris en charge par un chirurgien donné et peut nécessiter un équipement de salle particulier. Le traitement anesthésique peut, quant à lui, être pris en charge plus indifféremment par tout médecin anesthésiste/réanimateur. Les chirurgiens et les médecins anesthésistes/réanimateurs ne sont pas disponibles constamment et ils ne peuvent réaliser qu'un nombre limité d'interventions en durée et en fréquence.

Compte tenu de la disponibilité du personnel, des heures d'ouverture des salles d'opérations ont été définies. En dehors de ces créneaux, des heures supplémentaires sont dues au personnel. Ces heures sont limitées.

Afin de maximiser la satisfaction du patient et afin de diminuer les coûts de séjour, il faudra chercher à minimiser le temps d'attente entre la date d'hospitalisation du patient et la date d'intervention en tenant en compte la disponibilité prévisionnelle des lits d'hospitalisation, la disponibilité du matériel et la disponibilité des chirurgiens.

Ce problème de planification d'un bloc opératoire est formulé mathématiquement ci-après pour le cas de la programmation ouverte. Pour le cas de la programmation par allocation de plages horaires une redéfinition du modèle sera présentée par la suite.

Paramètres et variables

- N : le nombre des interventions,
- Nb_Jour : le nombre des journées à planifier,
- Nb_Salle : le nombre des salles d'opération,
- Nb_Spe : le nombre de spécialités chirurgicales. Dans le cas d'une stratégie Ope, Scheduling le nombre de spécialités représente le nombre de chirurgiens,
- P_Reg : le nombre de créneaux définis en heures normales,
- P_Sup : le nombre de créneaux définis en heures supplémentaires,
- H : le nombre de créneaux ($P_Reg + P_Sup$)
- Dur_i : la durée de l'intervention du patient i ,
- $Dmin_i$: la date d'hospitalisation du patient i , le patient est hospitalisé la veille de son intervention,
- $Dmax_i$: la date limite de réalisation de l'intervention du patient i ,
- $Surg_i$: l'identifiant du chirurgien opérant le patient i ,
- $Maxi_{jSurg_i}$: la durée maximale d'intervention que peut réaliser un chirurgien sur la journée j ,
- $Regu_{jr}$: la disponibilité en heures normales de la salle d'opérations r sur la journée j ,
- $Over_{jr}$: la disponibilité en heures supplémentaires de la salle d'opérations r sur la journée j ,
- $Equi_{ir}$: cette donnée est évaluée à 1 lorsque l'équipement de la salle d'opérations r est nécessaire à l'opération du patient j , à 0 autrement,
- $Disp_p$: la durée du créneau p , les créneaux sont de durées variables, ils sont d'une durée maximale de quatre heures en heures normales et de deux heures en heures supplémentaires,
- $Hospcost$: le coût d'une journée d'hospitalisation,
- $Pcost_{pj}$: le coût de l'heure supplémentaire en créneau p sur la journée j ,

C_{ipjr} : le coût lié aux journées d'hospitalisation supplémentaires résultant d'un report de date de l'intervention du patient i réalisée durant le créneau p de la journée j dans la salle d'opérations r ;

$Chsup_{ipjr}$: le coût des heures supplémentaires lié à l'intervention du patient i réa-

lisée durant le créneau p de la journée j dans la salle d'opérations r ;

x_{ipjr} : valué à 1 si l'intervention du patient i est réalisée durant le créneau p de la journée j dans la salle d'opérations r ; valué à 0 sinon.

Problème d'affectation sous contraintes de ressources

La fonction objectif est :

$$\text{Min} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{p=1}^H \sum_{j=1}^{Nb_Jour} \sum_{r=1}^{Nb_Salle} (x_{ipjr} * C_{ipjr}) + \sum_{i=1}^N \sum_{p=P_Reg+1}^H \sum_{j=1}^{Nb_Jour} \sum_{r=1}^{Nb_Salle} (x_{ipjr} * Chsup_{ipjr}) \right) \quad (1)$$

Avec :

$$\sum_{p=1}^H \sum_{j=1}^{Nb_Jour} \sum_{r=1}^{Nb_Salle} x_{ipjr} = 1 \quad \forall i \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N x_{ipjr} \leq 1 \quad \forall p, j, r \quad (3)$$

$$\sum_{p=1}^{P_Reg} \sum_{i=1}^N x_{ipjr} * Dur_i \leq Regu_{jr} \quad \forall j, r \quad (4)$$

$$\sum_{p=P_Reg+1}^H \sum_{i=1}^N x_{ipjr} * Dur_i \leq Over_{jr} \quad \forall j, r \quad (5)$$

$$\sum_{p=1}^H \sum_{i=1}^N \sum_{r=1}^{Nb_Salle} x_{ipjr} * Dur_i \leq Maxi_{Surg_i} \quad \forall j, Surg_i \quad (6)$$

$$x_{ipjr} = 0 \quad \forall i, p, j, r \quad (7)$$

$$Dur_i > Disp_p$$

$$Dmin_i \geq j$$

$$Dmax_i < j$$

$$Maxi_{j, Surg_i} = 0$$

$$Equi_{ir} = 0$$

$$C_{ipjr} = +\infty \quad \forall i, p, j, r \quad (8)$$

$$Dur_i > Disp_p$$

$$Dmin_i \geq j$$

$$Dmax_i < j$$

$$Maxi_{j, Surg_i} = 0$$

$$Equi_{ir} = 0$$

$$C_{ipjr} = (j - Dmin_i - 1) * Hospcost \quad \forall i, p, j, r \quad (9)$$

$$Chsup_{ipjr} = Pcost_{pj} * Dur_i \quad \forall i, p, j, r$$

$$Dur_i \leq Disp_p$$

$$Dmin_i < j$$

$$Dmax_i \geq j$$

$$Maxi_{j, Surg_i} \neq 0$$

$$Equi_{ir} = 1$$

L'objectif de notre planification est de trouver le planning qui minimise les coûts (1 et 9) dus aux heures supplémentaires et aux journées d'hospitalisation supplémentaires en cas de report de l'intervention.

Le planning optimal doit satisfaire un certain nombre de contraintes :

- Toute intervention doit être affectée à un et un seul créneau horaire d'une journée (2).
- Chaque créneau horaire de chaque journée ne peut être affecté qu'à une et une seule intervention (3).
- La somme des durées des interventions ne doit pas excéder la disponibilité horaire du bloc opératoire pour une journée donnée (4 et 5).
- La durée d'intervention par jour de chaque chirurgien ne doit pas excéder la durée de disponibilité du chirurgien pour la journée considérée (6).
- Une intervention ne peut pas être programmée au-delà de sa date limite ou si la salle n'est pas équipée ou si le chirurgien n'est pas disponible (7)

Une fois les contraintes (7) intégrées dans la fonction objectif, ce problème peut être réduit à un problème d'affectation avec contraintes additives de ressources et résolu ainsi à l'aide d'une extension de la méthode Hongroise⁴ (Guinet et Chaabane, 2003).

Expérimentations

Le CHU de Tivoli à la Louvière en Belgique constitue le champ d'application de notre étude.

Données

Au CHU de Tivoli, il existe 12 spécialités chirurgicales : Cardiaque, Vasculaire, Digestive, Stomatologie, Gynécologie, Urologie, Orthopédie, O.R.L., Ophtalmologie, Pédiatrie, Neurochirurgie et Chirurgie Plastique. Chaque chirurgien peut planifier ses interventions dans la plage horaire réservée à sa spécialité chirurgicale. Le bloc opératoire est composé de 7 salles d'opérations et de 10 lits de réveil. La salle 7 est réservée aux interventions de courtes durées. La durée d'ouverture du bloc opératoire est de 12 heures (8:00 à 20:00).

Les données de l'activité du bloc concernant les années 1999-2000 ont été mises à notre disposition. Pour chaque patient, les informations suivantes sont disponibles : code patient, âge, sexe, code de l'intervention chirurgicale, date d'intervention, code de chirurgien, spé-

cialité chirurgicale, salle d'opérations, durée de l'acte chirurgical, code de l'acte chirurgical et son libellé. Des procédures de nettoyage des données ont dû être appliquées afin de rendre ces données exploitables. Suite à celles-ci, seuls 5 479 enregistrements, 6 salles d'opérations et 9 spécialités chirurgicales ont été conservés.

Méthodologie

La figure 2 résume la méthodologie que nous avons suivie.

Un premier planning (Planning1) est obtenu en appliquant la procédure de planification suivie dans le CHU de Tivoli. Pour rappel, le modèle de programmation pratiquée au CHU de Tivoli est « la programmation par allocation préalable des plages horaires » où les plages horaires sont affectées à des spécialités chirurgicales. Les plages horaires ont été attribuées aux différentes spécialités en fonction de l'activité de celles-ci. La planification des interventions chirurgicales qui consiste à affecter les interventions aux différentes plages horaires suit la règle du « premier arrivé premier servi ».

Nous avons proposé une extension de la Méthode Hongroise pour effectuer la planification des interventions. Cette méthode sera appliquée dans les deux politiques de programmation opératoire « classiques » (Block Scheduling avec des plages horaires affectées à un chirurgien et Open Scheduling) générant ainsi deux autres plannings opératoires (Planning2 et Planning3 respectivement).

Dans le cas de l'Open Scheduling, nous partons d'un planning vierge et nous planifions toutes les interventions de la semaine avec notre méthode de planification.

Dans le cas du Block Scheduling, nous partons du même plan directeur des plages horaires que celui du CHU de Tivoli. Nous reprenons les interventions affectées à une plage horaire et donc à une spécialité pour un jour et pour une salle bien précise. Nous effectuons la planification de ces interventions dans cette plage par la méthode hongroise améliorée. L'idée est d'appliquer la méthode de planification du bloc opératoire non sur un planning vierge mais dans chaque plage horaire pour chaque spécialité. En fait on considère que le planning vierge sera réduit à la plage horaire d'une spécialité donnée.

4 - La méthode Hongroise est une méthode d'affectation entre un ensemble de travaux et un ensemble de ressources minimisant une fonction de coûts tel qu'un travail est associé à une seule ressource et inversement. (Kuhn, 1955)

Résultats de la comparaison

La comparaison des trois plannings construits a été effectuée selon 5 critères de performance : le taux global d'occupation des salles, le nombre d'heures supplémentaires, le nombre des salles d'opérations en dépassement horaire, le taux de planification des interventions programmées et le taux de remplissage des plages horaires.

Ces critères sont les plus couramment utilisés au sein des hôpitaux et dans les travaux de recherche du domaine (Bonvoisin, 2006).

Le Tableau 1 indique le maximum, la moyenne et l'écart-type du taux global d'occupation des salles d'opérations.

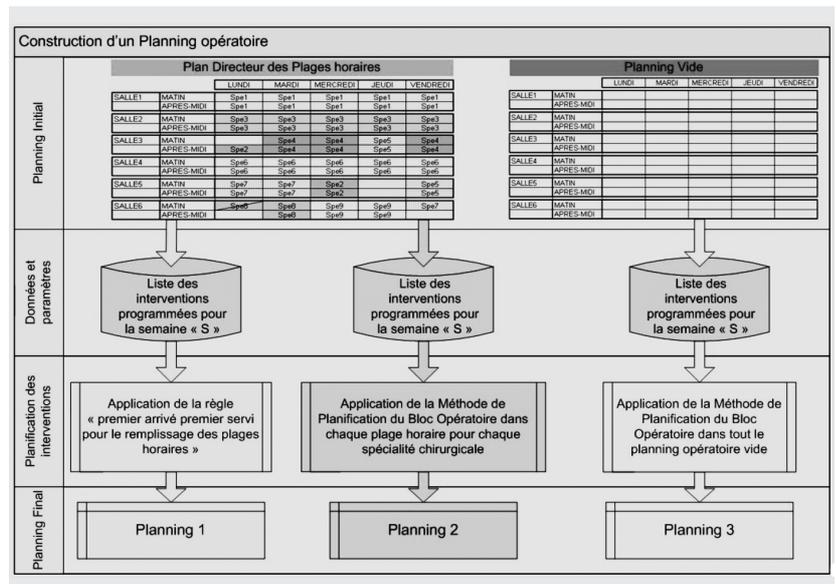
Nous remarquons dans ce tableau que le Planning3 a un taux d'occupation des salles qui décroît avec le numéro de la salle. On en déduit que cette méthode essaie de remplir au maximum les premières salles et ensuite les autres salles. C'est le seul planning qui présente un maximum supérieur à 100% (heures supplémentaires). Pour les Planning1 et Planning2, nous remarquons que les salles SO1, SO2 et SO4 sont les plus remplies en moyenne. Ceci est dû à la forte activité des spécialités Spe1, Spe3 et Spe6. Dans tous les cas, la moyenne évolue toujours autour de 40%. Ceci est dû au manque de données fiables obtenues pour certaines semaines.

De façon globale, nous remarquons que le taux de remplissage des salles d'opérations n'a pas excédé les 100%. Ceci pourrait sous-entendre qu'il n'y ait aucun recours aux heures supplémentaires. Mais en étudiant le nombre d'heures supplémentaires par semaine (Tableau 2) ainsi que le nombre de salles d'opérations en dépassement horaire pour chaque planning (Tableau 3), nous nous apercevons que ce n'est le cas.

Nous remarquons que le Planning3 nous fournit les meilleurs résultats en termes de nombre d'heures supplémentaires. Le Planning2 a des résultats qui se rapprochent de ceux de Planning1 en termes de nombre d'heures supplémentaires mais fournit de meilleurs résultats en nombre de salles en dépassement horaire avec seulement une seule salle en dépassement en moyenne. Le Planning1 a le plus grand nombre d'heures supplémentaires et en moyenne 2 salles sont en dépassement horaire.

Le tableau 4 donne le taux des interventions planifiées par rapport au nombre d'interventions programmées. Les trois plannings don-

Figure 2 : Schéma récapitulatif de construction des plannings opératoires



nent de bons résultats pour ce critère. Plus de 90% des interventions en moyenne sont planifiées.

Enfin, concernant les spécialités chirurgicales, le taux de remplissage des plages horaires (Tableau 5) a été analysé. Le « taux de remplissage des plages horaires » est un critère qui traduit la satisfaction des spécialités chirurgicales (chirurgiens) par rapport à l'offre de bloc opératoire. En effet, dans une politique de « Block Scheduling », les chirurgiens ne sont pas nécessairement disponibles pendant toute la durée d'ouverture des salles d'opération, ils peuvent même être externes à l'hôpital. La plage horaire est un créneau horaire mis à la disposition de chirurgien dans lequel il peut programmer ses interventions. Le responsable de bloc doit fournir dans ces plages horaires l'ensemble de ressources nécessaires à la réalisation des interventions (infirmiers, médecins anesthésistes, salles d'opérations, ...). Si le taux de remplissage d'une spécialité donnée un jour donné dépasse les 100% ceci provoquera des retards pour les chirurgiens qui utiliseront les ressources plus tard que ce qui était initialement programmé. De plus si le taux d'occupation des salles est inférieur à 100%, cela entraîne une sous-utilisation de l'ensemble des ressources ainsi qu'un mécontentement général. Un taux de remplissage très élevé ou trop bas d'une spécialité chirurgicale remettra en cause, à terme, le plan directeur de construction des plages horaires.

Nous constatons dans le tableau 6 qu'en moyenne, les trois plannings remplissent à

Tableau 1 : Taux global d'occupation des salles d'opérations

	Planning1	Planning2	Planning3
Salle1			
Moyenne	62%	48%	81%
Ecart-type	5%	5%	17%
Maximum	70%	54%	104%
Salle2			
Moyenne	68%	62%	56%
Ecart-type	8%	3%	13%
Maximum	81%	67%	79%
Salle3			
Moyenne	22%	30%	37%
Ecart-type	13%	15%	9%
Maximum	67%	81%	50%
Salle4			
Moyenne	62%	62%	25%
Ecart-type	7%	3%	8%
Maximum	69%	67%	34%
Salle5			
Moyenne	42%	34%	21%
Ecart-type	12%	9%	6%
Maximum	70%	46%	34%
Salle6			
Moyenne	32%	23%	17%
Ecart-type	7%	5%	5%
Maximum	47%	31%	33%

plus de 70% les plages horaires des spécialités chirurgicales et ceci malgré le manque de données pour certaines d'entre elles.

Au vu des résultats obtenus dans le tableau 6 et considérant le taux d'occupation des salles d'opérations (tableau 1), les Planning1 et Planning2 équilibrent mieux la charge entre les différentes salles d'opérations par rapport au Planning3, mais le Planning1 fait recours à plus d'heures supplémentaires que les deux autres plannings.

Concernant les salles en dépassement horaire, les Planning1 et Planning3 donnent les plus mauvais résultats puisque l'on peut avoir jusqu'à deux salles d'opérations en dépassement horaire.

Tous les plannings ont réussi à planifier plus de 93% des interventions programmées. Ils

ont fourni des taux similaires de remplissage des plages horaires.

Nous remarquons donc qu'il est impossible d'obtenir un planning qui obtient les meilleures valeurs sur l'ensemble des critères. Si le décideur désire accorder plus d'importance à la maximisation de taux d'occupation des salles, par exemple pour des raisons de financement, le Planning1 semble être le plus approprié. En revanche, si l'accent doit être porté sur les dépassements horaires, pour des raisons notamment de gestion des ressources humaines, le Planning2 s'avère être le meilleur compromis. Sur les deux derniers critères, la différence entre les plannings n'est pas notable.

Par ailleurs le choix d'un planning aura un impact sur le nombre de salles allouées à une spécialité chirurgicale. Nous avons constaté que le Planning1 et le Planning2 nécessitent toujours qu'une et une seule salle. Par contre, le Planning3 requiert entre une et 5 salles d'opérations. Dès lors, l'ordonnement des interventions, dans ce dernier cas, sera plus complexe du fait que des contraintes de disponibilités des chirurgiens (un chirurgien ne peut réaliser qu'une et une seule intervention à la fois) et des salles (une salle d'opérations est occupée par un et un seul patient à la fois) devront être prises en compte. Ce constat renforce notre choix du Planning2.

Conclusion

Dans cet article, une méthode de planification est présentée et appliquée dans le cadre d'un bloc opératoire d'un hôpital universitaire Belge. Le but est de montrer l'apport d'une méthode pour aider à la construction d'un planning opératoire et de comparer son application dans le cadre de différentes politiques de programmation opératoire. Trois plannings opératoires ont été générés et comparés selon un ensemble de critères de performance sur des données réelles provenant du CHU de Tivoli.

A l'issue de nos résultats, il s'avère que le choix d'un planning dépend fortement de la politique stratégique menée au sein du bloc opératoire.

Nos perspectives de recherche sont d'améliorer les modèles de planification et d'ordonnement en s'orientant vers des approches multi objectifs qui permettront en plus des deux objectifs pris en compte actuellement (minimisation du coût d'hospitalisation et du coût des heures supplémentaires), d'intégrer

Tableau 2 : Nombre d'heures supplémentaires

	Planning1	Planning2	Planning3
Moyenne	7h30	5h18	4h48
Ecart-type	2h36	3h24	3h24

Tableau 3 : Nombre de salles en dépassement horaire

	Planning1	Planning2	Planning3
Moyenne	2	1	1,3
Ecart-type	0,93	0	0,45

Tableau 4 : Taux de planification des interventions programmées

	Planning1	Planning2	Planning3
Moyenne	100%	93%	93%
Ecart-type	0%	7%	2%

Tableau 5 : Taux de remplissage des plages horaires

	Planning1	Planning2	Planning3
Moyenne	80%	70%	76%
Ecart-type	13%	16%	13%

Tableau 6 : Récapitulatif des résultats

	%occupation des salles (Global)	Nb heures suppl.	Nb salles Dép. hor.	% planif. Interv. Progr.	% remplis. Plages hor.
Planning1					
Moyenne	49%	7h30	2	100%	80%
Ecart-type	19%	2h36	0,93	0%	13%
Planning2					
Moyenne	43%	5h18	1	93%	70%
Ecart-type	17%	3h24	0	7%	16%
Planning3					
Moyenne	41%	4h48	1,3	93%	76%
Ecart-type	25%	3h24	0,45	2%	13%

aussi des objectifs de maximisation de la qualité et de la satisfaction des utilisateurs de bloc (patients, chirurgiens, personnel du bloc, ...). Nous travaillerons aussi à la validation de ces modèles et de ces approches sur des données réelles provenant de plusieurs hôpitaux français et belges, sachant que la bonne qualité des résultats obtenus est fortement liée à la bonne qualité et à l'exhaustivité des données utilisées.

Bibliographie

Bonvoisin F. (2006), Recommandation d'indicateurs pour la gestion du quartier opératoire dans le cadre de projet « PATH » de l'OMS, GISEH'06, Luxembourg, septembre,*.

Chaabane S., A. Guinet, N. Smolski, M. Guiraud, B. Luquet, E. Marcon, J.P. Viale (2003), La gestion industrielle et la gestion des blocs opératoires. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*, vol n° 22, pp. 904-08.

Chaabane S. (2004), Gestion Prédictive des Blocs Opératoires. Thèse de doctorat en Informatique et Systèmes Coopératifs pour l'Entreprise, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, juillet.

Dexter F., Macario, A., Traub, R. D. (1999a), Which algorithm for scheduling add-on elective cases maximizes operating room utilization? Use of Bin Packing and fuzzy constraints in operating room management. *Anesthesiology*, vol n° 91, pp. 1491-500.

- Dexter F., Macario, A. (1999b) Decrease in case duration required to complete an additional case during regularly scheduled hours in an operating room suite: a computer simulation study. *Anesthesia & Analgesia*, vol n° 88, pp. 72-6.
- Dexter F., Lubarsky, D.A. (1999c), Managing with information: Using surgical services information systems to increase operating room utilization. *ASA Newsletter*, vol n° 62, pp. 6-8.
- Fei H. (2006a), Vers un outil d'aide à la planification et à l'ordonnancement des blocs opératoires. Thèse de doctorat en sciences de gestion des Facultés Universitaires Catholiques de Mons et en optimisation et sûreté des systèmes de l'Université de Technologie de Troyes, mars.
- Fei H., Duvivier D., Meskens N., Chu C (2006b), Ordonnancement journalier dans un bloc opératoire pour la stratégie d'« open scheduling », GISEH'06, Luxembourg, septembre, 615-622.
- Fei H., Meskens N., Chu C. (2006c), An operating theatre planning and scheduling problem in the case of a "block scheduling" strategy, IEEE SSSM, Troyes, octobre, sur Cd-Rom.
- Fei H., Chu C., Meskens N., Artiba A. (2007), Solving surgical cases assignment problem by a branch-and-price approach, *IJPE*, special issue (à paraître).
- Garfinkel R.S., Nemhauser G.L. (1972), Integer programming, John Wiley and sons editions.
- Guinet A., S. Chaabane (2003), Operating Theatre Planning. *International Journal of Production Economics (IJPE)*, vol n° 85, pp. 69-81.
- Kharraja S., R. Abbou, F. Albert, E. Marcon (2005), Open Scheduling strategy-based Operating Theatre Planning. International Conference on Industrial Engineering and Systems Management, IESM2005, Marrakech, Morocco.
- Kharraja S., F. Albert et S. Chaabane (2006), Blocs opératoires PUBLICS : Application de la stratégie Block Scheduling. Conférence 6ème Conférence Francophone de Modélisation et Simulation, MOSIM 2006, Modélisation, Optimisation et Simulation des Systèmes : Défis et Opportunités, Rabat, Maroc.
- Kontak-Forsyth A., Grant, A.E. (1995), OR Booking policy : development and implementation. *Canadian Nursing Journal*, vol n° 13, pp. 60-8.
- Kuhn H.W. (1955) The Hungarian method for assignment problem, *Naval Res. Logist. Quart.*, vol n° 2, pp. 83-97.
- Macario A., T.S. Vitez, B. Dunn, T. McDonald (1995), Where are the costs in perioperative care? Analysis of hospital costs and charges for inpatient surgical care. *Anesthesiology*, vol n° 83, pp. 1138-44.
- Macario A., T.S. Vitez, B. Dunn, T. McDonald, B. Brown (1997), Hospital costs and severity of illness in three types of elective surgery. *Anesthesiology*, vol n° 86, pp. 92-100.
- Mac Qyarrie D.G. (1998), Limits to efficient operating room scheduling, *Archiv Surg*, vol n° 116, pp. 1065-71.
- Marcon E., Kharraja, S., Simonnet, G. (2001), Minimization of the risk of non realization for the planning of the surgical interventions into the operating theatre. 8th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, pp. 675-80.
- Marcon E. et S. Kharraja (2003), Modèles et stratégies de programmation opératoire. *Journal Européen des Systèmes Automatisés (RS-JESA)*, vol n° 37, pp. 687-716.
- Marty J. (2003), Organisation - Qualité - Gestion du risque en Anesthésie-Réanimation, Paris: Masson.
- Smolski N. (1999), Programmation Opératoire : prérequis et procédures. Informations Cliniques en Anesthésie Réanimation, pp. 95-108.
- Overdyk F.J., Harvey, S.C., Fishman, R.L. (1999) Successful strategies for improving operating room efficiency at academic institutions. *Anesthesia & Analgesia*, vol n° 86, pp. 896-906.