



HAL
open science

Gestion des lits mutualisés d'un établissement hospitalier

Rym Ben Bachouch, Alain Guinet, Sonia Hajri-Gabouj

► **To cite this version:**

Rym Ben Bachouch, Alain Guinet, Sonia Hajri-Gabouj. Gestion des lits mutualisés d'un établissement hospitalier. 7ème Congrès International de Génie Industriel, Jun 2007, Trois-Rivieres, Quebec, Canada. Actes CDROM, 10 p. hal-00172930v1

HAL Id: hal-00172930

<https://hal.science/hal-00172930v1>

Submitted on 18 Sep 2007 (v1), last revised 13 Mar 2009 (v2)

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.

Gestion des lits mutualisés d'un établissement hospitalier

BEN BACHOUCH Rym^(1,2), GUINET Alain⁽¹⁾, HAJRI-GABOUJ Sonia⁽²⁾.

⁽¹⁾ LIESP, INSA-Lyon, F-69621, France

⁽²⁾ URAII, INSAT Centre urbain nord, BP 676, 1080 Tunis Cedex, Tunisie

Email : rym.ben-bachouch@insa-lyon.fr ; alain.guinet@insa-lyon.fr ; sonia.gabouj@insat.rnu.tn

RESUME : Face à des restrictions budgétaires et à un besoin d'amélioration de la productivité, les systèmes hospitaliers se trouvent confrontés à la problématique de mutualisation des ressources dans la mesure où ils doivent réaliser des économies d'échelle tout en garantissant la qualité des soins prodigués aux patients. Cet article traite de la planification des lits et propose un outil d'aide à la décision permettant d'établir le planning d'affectation de lits mutualisés d'un établissement de soins tout en considérant deux catégories de patients, programmés et non programmés.

MOTS-CLES : Planification, programmation linéaire mixte, gestion des systèmes hospitaliers, modélisation.

1. Introduction

Les systèmes hospitaliers sont des systèmes complexes, mettant en relation un nombre important de ressources techniques et humaines. Face à un budget de plus en plus restrictif, l'objectif de la plupart des hôpitaux est la maîtrise des coûts et plus précisément l'amélioration de la productivité pour apporter des gains significatifs en terme d'efficience. Les principales motivations sont d'être compétitif tout en garantissant la meilleure qualité de soins et de séjour aux patients. Dans ce contexte, un établissement de soins devrait accueillir tous les patients qui nécessitent une hospitalisation qu'ils soient programmés ou non programmés (issus des services d'urgence). La gestion de la ressource lit entre ces deux types de patients est l'une des problématiques majeures que rencontre les établissements hospitaliers. En effet, le problème de la gestion des lits consiste à satisfaire une demande variable à l'aide d'une ressource dont la capacité est finie. Les lits constituent l'une des ressources goulot et coûteuse de l'hôpital en raison du report ou transfert de patients qu'elle peut entraîner. Ceci explique entre autre, que la capacité d'un hôpital soit souvent exprimée en nombre de lits. Nous sommes ici confrontés à un problème de dimensionnement au niveau stratégique et de planification au niveau opérationnel.

Pour identifier les besoins des systèmes hospitaliers en matière de gestion de lits, nous avons étudié la centrale de réservation du centre hospitalier Saint Joseph/Saint Luc de Lyon. Ceci nous a permis de comprendre le fonctionnement et l'organisation de la planification des lits dans cet établissement.

Dans ce qui suit, nous allons nous intéresser à la gestion des lits mutualisés d'un établissement de soins. Le terme mutualisé implique que la ressource lit est utilisée par deux types de patients : programmés et non programmés. Le problème provient du fait que les patients non programmés doivent être acceptés dans les meilleurs délais afin de libérer au plus tôt le service d'urgence.

Dans cet article, nous présenterons tout d'abord les principaux travaux traitant de la planification des lits. Nous procéderons ensuite à une modélisation mathématique par programmation linéaire mixte de la problématique abordée c.-à-d. la gestion des lits. Le

modèle établi sera par la suite résolu à l'aide d'un solveur. Les résultats obtenus seront analysés et commentés. Pour finir, nous exposerons quelques perspectives de recherche.

2. Travaux de la littérature

Les services d'urgence des centres hospitaliers sont de plus en plus encombrés avec de longues périodes d'attente et des niveaux de service qui tendent à se détériorer. A cause d'un manque de lits, certaines admissions doivent être retardées voire transférées à d'autres hôpitaux. En cas d'hospitalisation, certains patients peuvent être hébergés dans des services inadaptés à leur pathologie avec le risque de non qualité de soins que cela comporte.

Plusieurs approches ont été proposées afin d'améliorer le dimensionnement et la planification des lits des établissements des soins. Certains travaux [Vissers 1994], [Vissers 1998] et [Lapierre et al 1999] ont porté sur la modélisation mathématique où un outil prévisionnel s'appuie sur un modèle de séries de temps chronologiques basé sur le recensement horaire (nombre de patients à un moment donné dans une unité de soins). En représentant le recensement horaire comme une série temporelle, le modèle peut produire une distribution de fréquence pour illustrer la demande relative en lits. Murray [Murray 2005] a basé ses travaux sur l'étude réalisée par Lapierre [Lapierre et al 1999]. Plutôt que de simuler, l'auteur propose d'élaborer un modèle prévisionnel pour prédire le recensement de lits futurs.

La théorie des réseaux de neurones a été exploitée dans [Walczak et al 2002] pour estimer la durée de séjour de chaque patient arrivant aux urgences. L'apport de la création d'une unité de soins intermédiaire a été étudié par Utley [Utley et al 2003]. Cette approche, à base de programmation linéaire, permet de déterminer le nombre optimal de lits dans un service de soins. Dans celle-ci, la recherche d'un modèle pour le dimensionnement est basée sur la gestion du flux des patients, de leur temps d'attente, de leur durée de séjour et de leur temps de transfert d'un service à l'autre jusqu'à ce qu'ils quittent le service de soins. Dans d'autres travaux [Kim et al 2000], [Kim et al 2002] et [Ridge et al 1998], la simulation permet de comprendre et d'étudier plus finement le fonctionnement d'un système de soins afin d'évaluer les différentes décisions à prendre lors de la réalisation de la planification des lits. Dans [Bechar & al 2006] une méthode à base de programmation linéaire entière, permettant l'insertion des patients d'urgence dans le planning d'occupation des lits, a été proposée. Cette méthode utilise deux aspects : un algorithme pour l'insertion des patients suivant leur ordre d'arrivée et un programme linéaire pour la re-planification des patients pour lesquels la date d'hospitalisation n'a pas été confirmée.

Nous constatons que la littérature sur la gestion et la planification des lits hospitaliers est rare. Le dimensionnement des lits d'un service de soins est la problématique la plus discutée. Nous proposons dans cet article d'élaborer une méthode d'aide à la décision permettant de prendre en compte les patients d'urgence lors de la réalisation du planning d'occupation des lits et ce, en considérant la continuité de séjour du patient et la non mixité des chambres de l'hôpital.

3. Modélisation

Dans le processus d'hospitalisation, après la consultation médicale ou chirurgicale, un diagnostic est établi. C'est en fonction de ce diagnostic que la durée moyenne du séjour du patient ainsi que la date d'hospitalisation prévue sont estimées en considérant le degré d'urgence qui va induire une fenêtre de temps pour l'hospitalisation. De ce fait, les données du patient sont fonction de son état et de sa pathologie. Un lit est ensuite promis ou réservé et une date ou une période d'hospitalisation est communiquée au patient. Ce type de patient est

considéré comme programmé. Les patients non programmés sont les patients qui arrivent des services d'urgence et qui nécessitent un lit dans les meilleurs délais.

3.1. Description de la problématique abordée

Le problème de la planification des lits consiste à trouver un lit de libre durant une durée de séjour pour tout patient nécessitant une hospitalisation.

- Nous connaissons la durée moyenne de séjour à l'hôpital de chaque patient.
- Chaque patient occupe le même lit durant tout son séjour (pas de changement de lits).
- A chaque patient sont associées deux dates : une date d'hospitalisation au plus tôt et une date d'hospitalisation au plus tard. La date d'hospitalisation qui sera communiquée au patient doit être comprise entre ces deux dates. La date au plus tard est souvent exprimée à partir de l'attente maximale tolérée par l'état du patient.
- Un lit est alloué au plus à un seul patient un jour donné, ce lit doit être occupé pendant un nombre prédéfini de jours par le patient.
- Toutes les chambres de l'hôpital sont des chambres doubles.
- On n'admet pas la mixité des chambres.

Pour chaque patient nécessitant une hospitalisation, qu'il soit programmé ou non, on enregistre sa nature (patient programmé, patient non programmé), sa date d'hospitalisation au plus tôt, sa date d'hospitalisation au plus tard, son sexe et sa durée de séjour. A partir de ces enregistrements, une liste des patients à hospitaliser est établie.

Notre objectif consiste à trouver un lit libre pour tout patient nécessitant un séjour à l'hôpital. L'affectation des différents patients aux lits libres doit se faire sans perturber le planning en cours. Il s'agit donc de trouver un lit pour chaque patient durant une période au moins égale à sa durée de séjour et dont la date de début d'hospitalisation soit incluse dans l'intervalle [date de début au plus tôt, date de début au plus tard].

Si aucun lit n'est disponible dans l'intervalle défini, et dans le cas où le patient n'est pas urgent, une modification des dates d'hospitalisation est envisageable, et ainsi on pourra peut être trouver un lit disponible dans la nouvelle fenêtre de temps d'hospitalisation. Dans le cas où le patient est urgent et qu'aucun lit n'est disponible, le patient est redirigé vers un autre établissement de soins. La redirection d'un patient vers un autre établissement de soins est fonction de plusieurs critères : âge du patient, places disponibles dans l'établissement de redirection, avis du médecin, délai d'attente dans l'établissement de redirection.

3.2. Modélisation de la planification des lits

Pour réaliser la planification des lits, nous avons eu recours à la modélisation mathématique en élaborant un programme linéaire à variables mixtes. Nous reprenons la trame d'un modèle utilisé pour l'insertion de l'urgence dans un planning des lits [Bechar et al. 2006]. Notre apport se situe au niveau de la considération de nouvelles contraintes (continuité du séjour du patient, chambres doubles, non mixité des chambres) et de la recherche de généricité de l'outil (planification prévisionnelle et replanification opérationnelle).

La solution cherchée sera décrite au moyen de :

- Données :
 - $debut_i$ date d'hospitalisation au plus tôt du patient i ,
 - $tard_i$ date au plus tard pour hospitaliser le patient i ,
 - S_i sexe du patient i ,
 - H coût d'un jour de retard pour l'hospitalisation du patient i ,
 - LoS_i durée du séjour du patient i ,
 - HV constante définissant une grande valeur positive,

- N nombre de patients,
- T horizon de planification,
- L nombre de lits,
- t période élémentaire correspondant à une journée.

$$B_{l,t} = \begin{cases} 1 & \text{si le lit } l \text{ est libre durant la période } t \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$M_{j,k} = \begin{cases} 1 & \text{si le lit } j \text{ et le lit } k \text{ sont dans la même chambre} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$S_i = \begin{cases} -1 & \text{si le patient } i \text{ est un homme} \\ 1 & \text{si le patient } i \text{ est une femme} \end{cases}$$

$$SP_{l,t} = \begin{cases} -1 & \text{si le lit } l \text{ est occupé par un homme à la période } t \\ 1 & \text{si le lit } l \text{ est occupé par une femme à la période } t \\ 0 & \text{si le lit } l \text{ est libre à la période } t \end{cases}$$

- Variables binaires :

$$X_{i,l,t} = \begin{cases} 1 & \text{si le patient } i \text{ est affecté au lit } l \text{ durant la période } t \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

- Variables entières :

- J_i variable indiquant la date de début d'hospitalisation du patient i .

- fin_i variable indiquant la date de fin d'hospitalisation du patient i tel que $fin_i = J_i + LoS_i - 1$.

$$- refus_i = \begin{cases} 0 & \text{si le patient } i \text{ est admis} \\ LoS_i & \text{si le patient est refusé} \end{cases}$$

$$- A_{i,l} = \begin{cases} 1 & \text{si le patient } i \text{ est affecté au lit } l \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

En utilisant les différentes notations décrites ci-dessus, la formulation du programme linéaire est la suivante

$$\text{Minimiser } \left(\sum_{i=1}^N (J_i - debut_i) + \sum_{i=1}^N refus_i \right) \cdot H \quad (1)$$

Sous les contraintes :

$$\sum_{l=1}^L X_{i,l,t} \leq 1 \quad \forall i \in [1, N] \quad \forall t \in [1, T] \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N X_{i,l,t} \leq 1 \quad \forall l \in [1, L] \quad \forall t \in [1, T] \quad (3)$$

$$\sum_{l=1}^L \sum_{t=debut_i}^T X_{i,l,t} + refus_i = LoS_i \quad \forall i \in [1, N] \quad (4)$$

$$J_i \leq \sum_{l=1}^L t \cdot X_{i,l,t} + \sum_{l=1}^L (-X_{i,l,t} + 1) \cdot HV \quad \forall i \in [1, N] \quad \forall t \in [1, T] \quad (5)$$

$$J_i \geq debut_i \quad \forall i \in [1, N] \quad (6)$$

$$J_i \leq tardi \quad \forall i \in [1, N] \quad (7)$$

$$fin_i \geq \sum_{l=1}^L t \cdot X_{i,l,t} \quad \forall i \in [1, N] \quad \forall t \in [1, T] \quad (8)$$

$$fin_i = J_i + LoS_i - 1 \quad \forall i \in [1, N] \quad (9)$$

$$\sum_{t=debut_i}^T B_{l,t} \cdot X_{i,l,t} = A_{i,l} \cdot LoS_i \quad \forall i \in [1, N] \quad \forall l \in [1, L] \quad (10)$$

$$M_{j,k} \cdot \left[\sum_{i=1}^N X_{i,j,t} \cdot S_i - \sum_{i=1}^N X_{i,k,t} \cdot S_i \right] \leq 1 \quad \forall j \in [1, L] \quad \forall k \in [1, L] \quad \forall t \in [1, T] \quad (11)$$

$$M_{j,k} \cdot \left[\sum_{i=1}^N X_{i,j,t} \cdot S_i - \sum_{i=1}^N X_{i,k,t} \cdot S_i \right] \geq -1 \quad \forall j \in [1, L] \quad \forall k \in [1, L] \quad \forall t \in [1, T] \quad (12)$$

$$M_{j,k} \cdot \left[SP_{j,t} - \sum_{i=1}^N X_{i,k,t} \cdot S_i \right] \leq 1 \quad \forall j \in [1, L] \quad \forall k \in [1, L] \quad \forall t \in [1, T] \quad (13)$$

$$M_{j,k} \cdot \left[SP_{j,t} - \sum_{i=1}^N X_{i,k,t} \cdot S_i \right] \geq -1 \quad \forall j \in [1, L] \quad \forall k \in [1, L] \quad \forall t \in [1, T] \quad (14)$$

$$X_{i,l,t} \in \{0,1\} \quad \forall i \in [1, N] \quad \forall l \in [1, L] \quad \forall t \in [1, T] \quad (15)$$

$$A_{i,l} \in \{0,1\} \quad \forall i \in [1, N] \quad \forall l \in [1, L] \quad \forall t \in [1, T] \quad (16)$$

$$refus_i \geq 0 \quad \forall i \in [1, N] \quad (17)$$

$$J_i \in \mathbb{N} \quad fin_i \in \mathbb{N} \quad \forall i \in [1, N] \quad (18)$$

La fonction objectif (1) minimise la somme des coûts engendrés par le retard d'admission des patients hospitalisés. Elle minimise aussi le coût engendré suite au refus d'un patient. Ce dernier correspondant au nombre de jours de refus (durée du séjour du patient non hospitalisé) entraînant ainsi, une perte forfaitaire. Les contraintes (2) assurent qu'un patient occupe au plus un seul lit par période. Les contraintes (3) garantissent qu'un lit est affecté au plus à un patient par jour. Les contraintes (4) vérifient que pour chaque patient i hospitalisé, son hébergement correspond à sa durée de séjour LoS_i . Les contraintes (5) assurent que la date de début d'hospitalisation du patient i ne dépasse pas la première période dans laquelle un lit lui a été affecté. Les contraintes (6) et (7) garantissent que la date d'hospitalisation J_i est comprise entre la date d'hospitalisation au plus tôt $debut_i$ et la date d'hospitalisation au plus tard $tardi$ du patient i . Les contraintes (8) et (9) permettent de calculer la date de fin fin_i de chaque patient i hospitalisé.

Les contraintes (10) garantissent que le lit l auquel est affecté le patient i est libre durant toute la durée LoS_i qui correspond à la période comprise entre J_i et fin_i . Les contraintes (11) et

(12) permettent d'assurer la non mixité des chambres de l'hôpital, dans le cas où les deux lits sont libres. Dans le cas contraire (cas où un seul lit est occupé), les contraintes (13) et (14) permettent d'assurer la non mixité des chambres de l'hôpital en affectant un patient au deuxième lit non occupé, en fonction du sexe du patient déjà présent dans la chambre. Les contraintes (15), (16), (17) et (18) sont des contraintes d'intégrité.

L'une des spécifications de notre programme linéaire mixte consiste à ne pas autoriser la mixité des chambres de l'hôpital. C'est dans ce cadre que les contraintes (12) et (13) ont été formulées.

Dans le cas où on a deux patients de même sexe dans la même chambre à la même période on a la contrainte suivante :

$$M_{j,k} \cdot \left[\sum_{i=1}^N X_{i,j,t} \cdot S_i - \sum_{i=1}^N X_{i,k,t} \cdot S_i \right] = 0 \quad \forall j \in [1, L] \quad \forall k \in [1, L] \quad \forall t \in [1, T]$$

Toutefois, ces contraintes ne sont satisfaites que si deux patients de même sexe sont placés, durant la même période, dans la même chambre. Dans certains cas, il est possible qu'une chambre soit occupée par un seul patient, c'est pour cela qu'on propose de définir un intervalle égal à $[-1, 1]$. En effet, le tableau 1 traduit les différents cas possibles d'affectation des patients aux chambres.

	S_i	S_i	Résultat de la contrainte
Une femme et un homme	1	-1	2
Une femme seule	1	0	1
Deux femmes	1	1	0
Deux hommes	-1	-1	0
Un homme seul	-1	0	-1
Un homme et une femme	-1	1	-2

Tableau1. Différents cas possibles d'affectation des patients aux chambres

L'intervalle proposé permet donc d'avoir soit un patient seul, soit deux patients de même sexe dans une chambre donnée.

3.3 Résolution du modèle mathématique

Dans cette partie, nous proposons de résoudre le modèle mathématique. Il est important que le temps de calcul de la solution ne soit pas trop important afin de valider l'emploi de la méthode sinon cette dernière serait inexploitable.

Pour la résolution du programme linéaire à variables mixtes, on a utilisé le solveur *LINGO* dont l'éditeur est *LINDO SYSTEMS* sur une machine Celeron ® M processeur 1,5 GHz.

Dans ce qui suit, nous allons considérer :

- Un horizon de planification de 14 jours,
- Un service continu fonctionnant 7 jours sur 7 comportant 10 lits répartis dans 5 chambres,
- Un coût d'une journée d'hospitalisation estimé à 365€ [Dexter 1996].




Le tableau 2 illustre la disponibilité des lits tout au long de la période de planification. Le tableau 3 nous donne les informations relatives à chaque patient ainsi que les résultats obtenus après résolution du programme linéaire mixte : le type du patient (urgent ou non urgent), la date d'hospitalisation au plus tôt ($debut_i$), la date d'hospitalisation au plus tard ($tard_i$), son sexe (S_i) et la durée de séjour (LoS_i), la date d'hospitalisation (J_i), la date de fin d'hospitalisation (Fin_i), le lit auquel est affecté le patient ($liti$), la chambre à laquelle est affecté le patient ($chambre_i$) ainsi que la variable ($refus_i$).

Notre exemple comporte 15 patients dont 12 programmés (N-urgents) et 3 Urgents.

Chambres	Lits	Horizon de planification													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1											F	F	F	F
	2	F	F	F	F			H	H	H	H				
2	3	F			F	F	F	F					F		
	4	F		F	F	F	F	F							
3	5		H	H	H			H	H	H	H				
	6	H	H	H	H			H	H	H				F	
4	7	H	H												F
	8	H	H		F	F	F	F	F						
5	9	H	H	H	H	F	F	F					F		H
	10	H	H	H	H	F	F	F	H	H	H				H

Tableau 2. Disponibilité de la ressource lit durant l’horizon de planification

Légende :

-  Lit occupé par un homme
-  Lit occupé par une femme
-  Lit libre



$Patient_i$	$Nature_i$	$debut_i$	$Tard_i$	S_i	LoS_i	J_i	Fin_i	lit_i	$Chambre_i$	$refusi_i$
1	N-urgent	2	6	1	4	2	5	0	0	4
2	Urgent	7	12	1	2	8	9	3	2	0
3	N-urgent	8	13	-1	1	8	8	1	1	0
4	N-urgent	5	11	1	3	5	7	0	0	3
5	N-urgent	7	10	1	4	7	10	7	4	0
6	N-urgent	8	11	-1	4	8	11	9	5	0
7	N-urgent	3	9	1	4	3	6	7	4	0
8	Urgent	9	11	1	3	9	11	4	2	0
9	Urgent	9	11	-1	2	9	10	1	1	0
10	Urgent	10	10	1	4	10	13	8	4	0
11	N-urgent	4	9	1	3	4	6	1	1	0
12	N-urgent	6	11	-1	1	6	6	6	3	0
13	N-urgent	1	5	1	3	1	3	1	1	0
14	N-urgent	3	6	-1	2	3	4	0	0	2
15	N-urgent	7	13	1	1	7	7	0	0	1

Tableau 3. Résultats de la résolution du programme linéaire



Chambres	Lits	Horizon de planification													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	13	13	13	11	11	11		3	9	9	F	F	F	F
	2	F	F	F	F			H	H	H	H				
2	3	F			F	F	F	F	2	2			F		
	4	F		F	F	F	F	F	F	8	8	8			
3	5		H	H	H			H	H	H	H				
	6	H	H	H	H		12	H	H	H				F	
4	7	H	H	7	7	7	7	5	5	5	5				F
	8	H	H		F	F	F	F	F		10	10	10	10	
5	9	H	H	H	H	F	F	F	6	6	6	6	F		H
	10	H	H	H	H	F	F	F	H	H	H				H

Tableau 4. Planning d’occupation des lits après planification

Légende :

-  Lit occupé par un homme
-  Lit occupé par une femme
- i* Lit occupé par le patient *i*

Couleurs :

-  Lit occupé par une femme
-  Lit occupé par un homme

La solution obtenue avec le solveur LINGO est une solution optimale obtenue après 3 minutes et 5 secondes de calcul ce qui correspond à 184439 itérations pour 6761 contraintes et 2649 variables de décisions (hors variables d'écart). La valeur de la fonction objectif est de 4015 €. Sur un total de 15 patients dont 11 programmés (N-urgents) et 4 Urgents, seul 4 patients (4 N-urgents) n'ont pas été hospitalisés. On remarque que malgré l'existence de lits libres auxquels pouvaient être affectés les patients non hospitalisés, ces derniers n'ont principalement pas été admis en raison de la contrainte de non mixité qui restreint fortement le choix de l'affectation des patients sur les lits disponibles. On constate aussi que la continuité du séjour dans l'espace et dans le temps est respectée. Conformément aux contraintes, aucun patient admis n'a été hospitalisé à une date antérieure à sa date d'admission au plus tôt ou postérieure à sa date d'admission au plus tard.

Le tableau 4 illustre le planning d'occupation des lits obtenus après résolution du programme linéaire. On constate qu'il existe des lits encore libres sur l'horizon de planification auxquels pouvaient être affectés les patients refusés. Ceci s'explique par l'optimisation du critère qui consiste à minimiser les coûts de refus et de retard d'hospitalisation des patients (minimiser la durée entre la date d'hospitalisation au plus tôt $debut_i$ et la date d'hospitalisation J_i). Un refus pouvant être préférable à un trop grand retard.

Pour les patients programmés (N-urgent) non hospitalisés, on pourrait modifier leurs dates d'hospitalisation au plus tôt et au plus tard. Il serait alors possible de leur trouver un lit dans une fenêtre de temps différente de la fenêtre actuelle.

3.3. Re-planification des patients programmés non hospitalisés

Les patients programmés non admis pourront être admis après négociation et modification des dates d'hospitalisation au plus tôt et au plus tard.

Le tableau 5 illustre les résultats de re-planification des patients non admis lors de la première planification.

Patient _{<i>i</i>}	Nature _{<i>i</i>}	debut _{<i>i</i>}		Tard _{<i>i</i>}		S _{<i>i</i>}	LoS _{<i>i</i>}	J _{<i>i</i>}	Fin _{<i>i</i>}	lit _{<i>i</i>}	Chambre _{<i>i</i>}	refus _{<i>i</i>}
		A _{<i>di</i>}	A _{<i>di</i>}	A _{<i>di</i>}	N _{<i>di</i>}							
1	N-urgent	2	4	6	8	1	4	4	7	0	0	4
4	N-urgent	5	7	11	12	1	3	7	9	0	0	3
14	N-urgent	3	5	6	8	-1	2	5	6	5	3	0
15	N-urgent	7	8	13	14	1	1	9	9	8	4	0

Tableau 5. Résultats de la re-planification des patients non hospitalisés

A_{*di*} : Ancienne date du patient *i*

N_{*di*} : Nouvelle date du patient *i*

La modification de la date d'hospitalisation des patients 14 et 15 permet de les affecter à des lits libres afin qu'ils soient hospitalisés. Cette affectation n'a pas pu avoir lieu lors de la première planification. Ce refus d'hospitalisation est la conséquence du choix de la fonction objectif qui minimise à la fois le nombre de patients refusés (traduisant une perte forfaitaire) et l'écart entre la date d'hospitalisation du patient (J_i) et la date d'hospitalisation au plus tôt ($debut_i$). Dans certains cas, un patient peut être refusé car son admission serait plus coûteuse

en terme de qualité des soins ou de convenances personnelles que son refus. On constate que deux patients programmés ne peuvent être admis suite à un manque de lits libres. La résolution du programme linéaire pour la re-planification a pris 3 secondes après 6 itérations avec 922 variables et 6013 contraintes pour une fonction objectif de 2920€ de valeur.

Ainsi, sur 15 patients dont 11 programmés et 4 non programmés, on a pu en hospitaliser 13 sans perturber le planning en cours et ce, en considérant les différentes contraintes à respecter.

Le tableau 6 illustre les résultats d'essais réalisés en faisant varier à chaque fois le nombre de lits et le nombre de patients total à hospitaliser. On constate que dans tout les cas, le solveur LINGO donne une solution optimale. Toutefois, le temps de calcul peut être important dans le cas de problèmes de tailles supérieures. Ceci est observable surtout dans le cas où le nombre de patients est plus important que le nombre de lits disponibles.

Nombre total de patients	Nombre de lits	Nombre de patients refusés	Temps de calcul (Secondes)	Valeur de la fonction objectif (€)	Optimum
10	10	0	4	1825	Oui
20	10	4	13	5110	Oui
15	16	0	4	1095	Oui
30	16	2	156	4015	Oui
20	20	9	4226	10220	Oui

Tableau 6. Résultats de la méthode pour différents exemples

4. Conclusion

Dans cet article, nous avons présenté une méthode d'aide à la décision permettant de réaliser la gestion des lits mutualisés d'un établissement de soins. On a pu ainsi réaliser un planning d'affectation des lits quand la capacité de cette ressource est partagée entre deux types de patients : patients programmés et patients non programmés issus des services d'urgence.

Notre méthode est basée sur une modélisation mathématique par programmation linéaire mixte dont l'objectif est de minimiser l'écart entre la date d'hospitalisation effective et la date d'hospitalisation au plus tôt déterminée à l'issue de la consultation. Pour résoudre ce programme, nous avons eu recours au solveur LINGO. Notre programme recherche un lit disponible pour tout patient nécessitant une hospitalisation tout en tenant compte du planning déjà établi et des dates d'hospitalisation au plus tôt et au plus tard de chaque patient. Notre approche permet de réaliser la planification des lits et ce en prenant en compte les contraintes de continuité de séjour dans le temps et dans l'espace du patient ainsi que la non mixité des chambres doubles de l'hôpital.

Cette méthode devrait épargner aux cadres de la centrale de réservation de l'hôpital Saint Joseph/Saint Luc, un travail fastidieux qui consiste à calculer manuellement le planning d'occupation des lits.

La combinaison entre les deux types de patients programmés et non programmés nous a permis de réaliser la planification des lits en tenant compte de l'urgence sans avoir à déprogrammer, ce qui serait plus difficile à réaliser dans la mesure où ayant géré uniquement le programmé, la majorité des lits seraient déjà occupés. Concernant la fonction objectif, l'introduction d'une pondération entre les critères retard et refus a été expérimentée, ceci permet de réduire le nombre de transferts vers d'autres hôpitaux. Les contraintes de non mixité pourraient être généralisées et étendues pour exprimer l'incompatibilité des pathologies qui affectent chaque patient, nous nous y employons actuellement. Il serait possible d'affecter les patients aux lits non seulement en prenant en compte la non mixité et la continuité du séjour mais aussi en considérant l'incompatibilité entre groupes de pathologies.

L'ajout de chambres simples dans lesquelles seraient placés les patients désirant être seul ou devant être isolé, est aussi une possibilité envisagée.

Nous projetons de tester la résolution de notre méthode à l'aide d'autres solveurs tels que CPLEX ou encore GLPK (logiciel libre) afin de comparer et d'évaluer les performances du solveur LINGO, sachant que ces logiciels induisent des coûts d'acquisition différents.

5. Références

- [Bechar et al. 2006] Bechar S., Guinet A. (2006) « Planification des lits d'un établissement de soins », Conférence GISEH 2006, Luxembourg ville, 14-16 Septembre, p. 645-653.
- [Dexter 1996] Dexter .F, Macario .A (1996) «Application of information systems to operating room scheduling», *Anesthesiology*, 85, p.1232-4.
- [Kim et al 2000] Kim S.C., Horowitz I., Young K.K., Buckley T.A., (2000), «Flexible bed allocation and performance in the intensive care unit», *Journal of operation management*, p. 427-443
- [Kim et al 2002] Kim S.C., Horowitz L., (2002), «Scheduling hospital services: the efficacy of elective-surgery quotas», *Omega-int, journal Manager* 18, p. 427-443.
- [Lapierre et al 1999] Lapierre S.D., Goldsman D., Cochran R., DuBow J., (1999) «Bed allocation techniques based on census data», *Socio-Economic Planning Sciences* 33, p. 25-38.
- [Murray 2005] Murray C.J., (2005), «A note on Bed allocation technique based on census data», *Socio Economic Planning Sciences*, p. 183-192.
- [Ridge et al 1998] Ridge J.C., Jones S.K., Nielsen M.S., Shahani A.K., (1998) «capacity planning for intensive care units», *European journal of operational research*, 105, p. 346-355.
- [Utley et al 2003] Utley M., Gallivan S., Davis K., Daniel P., Reeves P., Worrall J., (2003), «Estimating bed requirements for an intermediate care facility», *European journal of operational research*, p. 92-100.
- [Vissers 1994] Vissers J.M.H. (1994) «Patients flow-based allocation of hospital resource», Graduate School of Industrial Engineering and Management Science, Eindhoven University of Technology.
- [Vissers 1998] Vissers J.M.H. (1998), «Patients flow-based allocation of hospital resources: A case study», *European journal of operational research*, p. 356-370.
- [Walczak et al 2002] Walczak S., Pofahl W. E., Scorpio R. J., (2002) «A decision support tool for allocating hospital resources and determining required acuity of care», *Decision support system*, p. 445-446.