

## Apport d'un outil de planification des admissions hospitalières par simulation

WANG TAO<sup>1</sup>, ALAIN GUINET<sup>2</sup>, BEATRIX BESOMBES<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire d'Analyse des Signaux et des Processus Industriels  
IUT de Roanne, 20 av. de Paris, 42300 Roanne, France

<sup>2</sup> Laboratoire d'Informatique pour l'Entreprise et les Systèmes de Production  
INSA de Lyon, 20 av. Einstein, 69621 Villeurbanne, France

tao.wang@insa-lyon.fr, alain.guinet@insa-lyon.fr, besombes@univ-st-etienne.fr

**Résumé** — Cet article présente une étude approfondie sur la simulation, avec un regard sur l'efficacité de la connaissance des disponibilités en lits d'aval au service d'urgence. Cette connaissance des disponibilités en lits, absente actuellement dans l'hôpital, peut accélérer le flux des urgences, et ainsi améliorer le problème d'encombrement au service d'urgence, selon nos résultats expérimentaux. Le modèle de simulation est enrichi à l'aide d'échanges de données supportés par des routines VBA.

**Mots clés** — Simulation, Gestion des lits, Système hospitalier.

### I. INTRODUCTION

Le fait que les patients soient en attente d'admission en hospitalisation au service d'urgence, ne remet pas en cause l'efficacité des personnels médicaux et paramédicaux, mais soulève le problème de coordination entre les unités d'hospitalisation et le service d'urgence. Le manque de lits définit une des causes principales de l'encombrement du service d'urgence. Cependant le retour d'enquête de la MeaH [2] portant sur la gestion des lits dans huit établissements hospitaliers, nous explique que le manque de lits pour les patients des urgences est très largement dû à un manque « d'heures de lits » d'hospitalisation au cours de la journée. Ce constat montre combien la gestion des lits a un caractère dynamique non seulement à l'échelle de la journée, mais aussi d'heure en heure au fil des arrivées des urgences.

L'affectation des lits ne s'effectue qu'en présence du cadre de santé chargée des admissions durant ses heures de travail. On constate d'autre part, qu'il y a peu de sorties le matin. La non-continuité des sorties et par conséquent des admissions ralentit voire bloque le flux continu des demandes d'hospitalisation du service d'urgence. Le besoin en lits des urgences est stable pour un jour donné de la semaine, avec un taux en moyenne d'environ 20%. La gestion des attentes cumulées au service d'urgence nécessitent par ailleurs un travail supplémentaire de la part du personnel soignant, et engendrent un surcoût en ressources humaines.

L'organisation est la réponse face à cette situation. Traditionnellement, le service d'urgence n'est pas prioritaire pour l'obtention de lits dans les unités d'hospitalisation. Généralement, un ou deux pointages sont faits par le cadre de santé des unités d'hospitalisation pour connaître les lits disponibles, et cette information n'est pas automatiquement communiquée sauf à la demande du service d'urgence. C'est l'infirmier coordinateur des urgences qui est chargé de

chercher par téléphone les lits d'aval en vue de diminuer l'encombrement du service d'urgence.

La Société Francophone de Médecine d'Urgence (SFMU) recommande un développement de l'usage des nouvelles technologies d'information et de communication (NTIC) [4] afin de faciliter le repérage des lits disponibles à l'intérieur de l'établissement. L'expérience du Centre Hospitalier Général (CHG) de Valence nous montre que même avec la mise en service d'un progiciel, on peut toujours le paramétrer afin d'interdire une vue globale de l'état d'occupation des lits, chaque service ne pouvant consulter que ses propres ressources.

Le Centre Hospitalier Saint Joseph et Saint Luc (CH SJSL) a renforcé le repérage des lits disponibles et l'admission des urgences aux lits des services de soins internes par la centralisation de la réservation des lits. L'infirmier référent du service d'urgence contacte uniquement la centrale de réservation au lieu d'appeler une unité d'hospitalisation après l'autre. Mais la centrale de réservation ne fonctionne pas la nuit ni le week-end. Le terme « Lundi bloqué » utilisé par les urgentistes définit le blocage au début de semaine, résultat de la foule des patients en attente au service d'urgence depuis le week-end, où très peu parmi eux seront acceptés à séjourner dans les services de soins de l'établissement, sachant qu'un volume important de patients programmés arrive en début de semaine.

Les modalités d'hospitalisation et de mutation interne devraient être établies au niveau tactique de l'hôpital, et apporter une vision globale des ressources mutualisées au service d'urgence et aux unités d'hospitalisation. Les objectifs locaux des services spécialisés ne doivent pas se limiter à l'intérêt de chacun, mais contribuer à l'objectif global qui est l'amélioration de la prise en charge des patients qu'ils soient programmés ou d'urgence. La mise en place de cette politique d'amélioration se traduit par l'application des NTIC au niveau opérationnel. Nous avons étendu notre modèle de simulation de manière à démontrer l'avantage d'une connaissance des disponibilités en lits d'aval au service d'urgence.

### II. MODELE DE SIMULATION

#### A. Version étendue du modèle

Nous avons développé un modèle de simulation [5] qui modélise le processus de prise en charge des urgences (cf. Figure 1). Ce processus comporte 8 sous-processus par

lesquelles les patients passent successivement : Enregistrement Triage et Soins au comptoir d'accueil, Mise en box, Consultation et Diagnostic au box, Mise en observation, Mutation des patients, Hospitalisation, Soins de suite, Formalités de sortie. En nous basant sur ce modèle de simulation, une version étendue du modèle est par la suite créée en intégrant une fonction de mutation des patients d'urgence. Lorsque la décision d'hospitalisation prise par le médecin, la démarche de recherche de lit sera lancée dans les unités d'hospitalisation internes ou des hôpitaux externes.

Selon la disponibilité des lits à l'hôpital, les patients peuvent être admis directement dans une des unités d'hospitalisation appropriée, ou transférés aux hôpitaux externes. L'UHCD quant à elle, accueille non seulement les patients nécessitant une surveillance de moins de 24 heures, mais aussi ceux qui sont en attente d'un lit d'hospitalisation qui devrait se libérer dans au plus une journée.

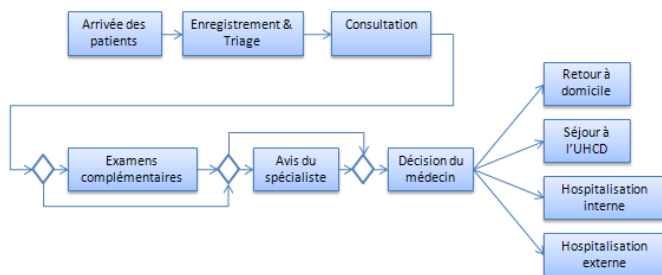


Figure 1 Processus de prise en charge des urgences

La connaissance des disponibilités en lits se réalise par l'intégration d'un planning des séjours dans le modèle (cf. Figure 2). Le planning des séjours décrit une prévision des admissions programmées qui sont réparties sur un horizon de quatre semaines dans cinq spécialités. Nous considérons aussi un planning prévisionnel d'occupation des lits. Pendant la simulation, le modèle dispose à la fois des données des patients programmés permettant de déduire la disponibilité des lits, et celles des patients d'urgence générées par le modèle lui-même. Le planning des séjours sera mis à jour chaque fois qu'une demande d'hospitalisation est accordée. Un nouveau planning des séjours est donc restitué dès que la simulation est terminée.

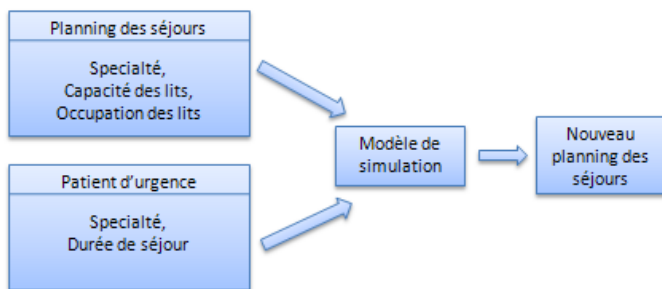


Figure 2 Intégration du planning des séjours

Une programmation en VBA et l'emploi des possibilités offertes par SIMAN Arena sont utilisés pour implémenter l'intégration des données relatives au planning des lits dans le modèle de simulation (cf. Figure 3). Arena propose un environnement intégral de développement VBA qui autorise une communication par programmation avec des applications Microsoft, tels qu'Excel et Access. Différents flux de données sont générés en parallèle durant la simulation : le flux de

données contribuant à propulser l'animation et actualiser le modèle logique, le flux de données permettant d'échanger via des fichiers externes, et le flux de données à destination d'une base de données du modèle afin d'alimenter les sources de l'analyse statistique après la simulation. Des routines VBA permettent de lire et d'écrire des données dans le planning des séjours sous forme d'un tableau d'Excel, et aussi de modifier les paramètres du modèle logique.

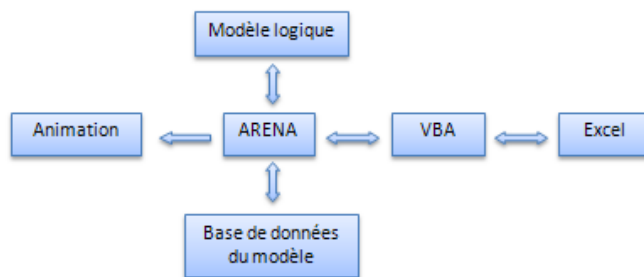


Figure 3 Interaction des données dans le modèle de simulation

Dans la littérature, des études ont été menées sur le développement de modèles de simulation Arena en utilisant VBA. Seppanen [3] a expliqué le transfert des données entre le modèle Arena et des tableaux d'Excel par le biais de VBA. Des exemples simples de routine VBA illustrent des méthodes de détection des attributs Arena et d'export des résultats. Nous avons aussi trouvé dans [1][6] l'implémentation d'interfaces pour configurer l'exécution de simulations et présenter visuellement les résultats des simulations.

### B. Implémentation

Un exemple des données d'entrée est fourni par le tableau 1 (Annexe). Chacune des cinq spécialités est dotée d'une capacité de lits et d'une durée moyenne de séjour. L'état d'occupation des lits indique le nombre de lits déjà programmés pour un jour et une spécialité donnés. Avec ces données, le modèle de simulation calculera la disponibilité en lits dès lors que la routine VBA dédiée à la recherche de lits sera déclenchée.

Dans le modèle de simulation, la recherche de lits est réalisée sous l'hypothèse d'une implémentation du système d'information, à l'aide duquel le service d'urgence connaît la disponibilité des lits en temps réel. Pour une demande d'hospitalisation de la spécialité  $i$  au jour  $j$  dont la durée moyenne de séjour est  $LOS(i)$  :

- Si un lit est disponible pendant les jours du  $j$  au  $j+LOS(i)-1$ , on envoie le patient à l'unité d'hospitalisation immédiatement,
- Sinon, si un lit est disponible pendant les jours du  $j+1$  au  $j+LOS(i)$ , le patient est installé temporairement dans l'UHCD, il sera transféré à l'unité d'hospitalisation dès le lendemain matin.
- S'il n'y a pas de lits internes disponibles, on cherche des lits dans les hôpitaux externes, les patients en attente des lits restent au service d'urgence ou à l'UHCD en cas de non disponibilité de lits externes.

Les blocks VBA sont intégrés dans le modèle de simulation, ils offrent des fonctions différentes.

1. Définir les variables globales utilisées plus tard dans les routines VBA (cf. Code 1)
2. Lire la capacité des lits et la durée de séjour LOS(i) pour une spécialité i à partir d'une plage nommée d'Excel;

#### Code 1

##### Option Explicit

```
Dim g_Model As Arena.Model      'Objets Model et
Dim g_SIMAN As SIMAN           SIMAN
Arena.SIMAN

Dim g_XLIOFile As Integer       'Handle du fichier
Dim g_ArenaDir As String       Excel
                                'Adresse du modèle
                                Arena

Dim g_varbedIndex As Long
Dim g_vardayIndex As Long      'Références des
Dim g_specialtyIndex As Long   attributs et variables
Dim g_v1Index As Long         du modèle logique,
Dim g_v2Index As Long         permettant d'établir
Dim g_v3Index As Long         des liaisons entre le
Dim g_v4Index As Long         modèle logique et les
Dim g_v5Index As Long         routines VBA

Option Base 1
Dim g_varCapa(5) As Integer    'Déclaration des
Dim g_varDur(5) As Integer     tableaux

Dim g_capa As Excel.range
Dim g_occupapres As Excel.range 'Références des
Dim g_nbaccept As Excel.range  plages nommées
Dim g_dur As Excel.range       d'Excel
Dim g_nburg As Excel.range
```

3. Repérer la spécialité (attribut Specialty) et le jour (variable V\_day) d'une demande d'hospitalisation du patient d'urgence ;
4. Calculer la disponibilité des lits entre V\_day et V\_day+LOS(i)-1 pour une spécialité donnée, si un lit est toujours disponible, alors la valeur de la variable V\_bed sera évaluée à 1 (cf. Code 2);
5. Sinon, calculer la disponibilité des lits entre V\_day+1 et V\_day+LOS(i) pour une spécialité donnée, si un lit est toujours disponible, alors la valeur de la variable V\_bed sera évaluée à 2;
6. Sinon, la valeur de la variable V\_bed sera évaluée à 0;

#### Code 2

```
With g_occupapres
  For intI = 0 To g_varDur(aspes) - 1
    tempOccup(intI + 1) = .Item(aspes, vday + intI)
    If g_varCapa(aspes) - tempOccup(intI + 1) > 0
  Then
    sumCapa1 = sumCapa1 + 1
  End If
Next

For intJ = 1 To g_varDur(aspes)
  tempOccup(intJ) = .Item(aspes, vday + intJ)
```

```
If g_varCapa(aspes) - tempOccup(intJ) > 0 Then
  sumCapa2 = sumCapa2 + 1
End If
Next
End With
```

```
If sumCapa1 = g_varDur(aspes) Then
  vbed = 1
ElseIf sumCapa2 = g_varDur(aspes) Then
  vbed = 2
Else
  vbed = 0
End If
```

7. Si V\_bed=1, la demande d'hospitalisation est acceptée, et les données dans l'intervalle [V\_day, V\_day+LOS(i)-1] du fichier Excel sont mises à jour;
8. Si V\_bed=2, la demande d'hospitalisation est acceptée, mais avec un délai de 24 heures, et les données dans l'intervalle [V\_day+1 to V\_day+LOS(i)] du fichier Excel sont mises à jour.

### III. RESULTATS DE SIMULATION

Nous avons validé notre modèle générique avec les données du CH SJSL. La simulation a été exécutée sur un horizon d'un mois avec 109 arrivées par jour, en considérant un historique de données issu de l'année 2005. Les résultats de la simulation d'une semaine sont présentés dans les tableaux 2 et 3 (Annexe). Le nouveau planning des séjours a été généré par la simulation après l'insertion des patients d'urgence. Les routines VBA fonctionnent correctement, dans la limite de la disponibilité des lits, le patient à hospitaliser peut être rapidement affecté un lit correspondant à ses besoins. Les responsables du service d'urgences et des unités de soins peuvent respectivement être informés de l'écoulement des patients au service d'urgence, et de l'impact des patients urgents sur la planification des lits.

Dans la situation actuelle au service d'urgence, on n'a pas de connaissance sur la disponibilité des lits, les patients à hospitaliser doivent attendre au service d'urgence ou à l'UHCD leur admission aux lits des services de soins durant les nombreuses négociations entre le coordinateur du service d'urgence et les responsables de réservation des unités d'hospitalisation. Pour démontrer l'efficacité de la connaissance des disponibilités en lits au service d'urgence, nous avons comparé les deux situations d'affectation des lits ci-dessous, pour un nombre de passages journaliers allant de 80 à 140 :

1. Avec planning intégré, l'affectation des lits 24h/24 gérée par le système d'information.
2. Sans planning intégré, l'affectation des lits assurée entre 9h30 et 16h effectuée par le cadre de santé chargé de la gestion des lits.

Les résultats sont illustrés dans la figure 5. Suivant l'augmentation du nombre de passages (axe des abscisses), le nombre moyen de patients en attente (axe des ordonnées) s'accroît de façon significative. On constate un écart en nombre d'attentes entre la courbe avec planning intégré et celle sans planning intégré. Dans la deuxième situation où le service ne connaît pas la disponibilité des lits, deux ressources sont nécessaires pour remplir une tâche d'admission hospitalière : le lit hospitalier et le gestionnaire de lits. Cependant grâce à la connaissance des disponibilités en lits d'aval dans la première

situation, l'affectation directe des lits depuis le service d'urgence accélère le flux des patients. En raison d'une capacité limitée des lits, dès lors que le nombre de passages atteint à certain niveau, les unités d'hospitalisation sont saturées et le nombre d'attentes de la situation avec planning intégré s'approche de celui de la situation sans planning intégré.

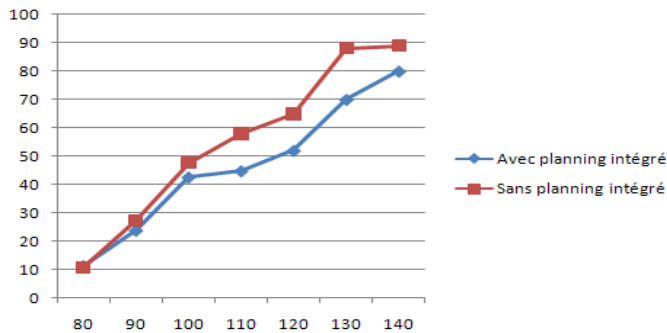


Figure 5 Comparaison du nombre de patients en attente

Cette étude montre l'intérêt d'un outil d'aide à la décision pour réduire l'attente des patients. Cet outil pourra être intégré dans le système d'information de l'hôpital, mis à la disposition de la centrale de réservation et du service d'urgence. L'utilisation de cet outil peut se faire à tout moment, notamment en dehors des heures d'ouverture de la centrale de réservation.

#### IV. CONCLUSION

Nous avons présenté une extension de notre modèle de simulation. Ce nouveau modèle permet une prise en charge complète des patients d'urgence, de leur arrivée à leur séjour en unité d'hospitalisation. Nous avons non seulement présenté une approche globale de régulation de la trajectoire des patients d'urgence, mais aussi intégré à profit la mutualisation des lits d'hospitalisation en aval des urgences. Un planning des séjours des patients programmés est disponible dans le modèle pour simuler la connaissance des disponibilités en lits d'aval au service d'urgence. L'admission en hospitalisation des patients issus des urgences peut aussi être effectuée en fonction de la spécialité et de la durée de séjour du patient.

Cette connaissance des disponibilités en lits, absente actuellement dans l'hôpital par manque de volonté des acteurs des unités d'hospitalisation, peut accélérer le flux des urgences, et ainsi améliorer le problème d'encombrement au service d'urgence, selon nos résultats expérimentaux. L'affectation des lits d'hospitalisation peut être assurée 24h/24 grâce à la connaissance des disponibilités en lits. Ceci est évidemment plus avantageux que la situation actuelle dans laquelle les lits ne sont distribués qu'avec la présence des cadres de santé chargés de la gestion des lits 7 heures par jours et 5 jours par semaine.

#### V. REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier le personnel du Centre Hospitalier Saint Joseph et Saint Luc, et particulièrement Dr. Sylvie Meyran, responsable du service d'urgence, pour m'avoir accueilli dans son service lors du stage d'observation, pour l'initiation en médecine d'urgence et l'intérêt qu'elle a porté à mon travail. Je suis reconnaissant à Mme Rivot et Mme Grillet de la Centrale

de réservation, pour tout ce qu'elles m'ont appris et transmis en termes de connaissances et expériences de la planification des lits.

#### VI. REFERENCES

- [1] Alvarez, A.M. and M.A.Centeno, (1999) Enhancing simulation models for emergency rooms using VBA, In 1999 Winter Simulation Conference Proceedings, p.1685-1693, Phoenix, Arizona
- [2] Meah, (2007), Améliorer la gestion des lits dans les hôpitaux et cliniques : avril 2005 – mars 2007, Rapport Final mars 2007, [www.meah.sante.gouv.fr/meah/uploads/tx\\_meahfile/20070830\\_GestiondesLits\\_RapportFinal\\_3\\_sb.pdf](http://www.meah.sante.gouv.fr/meah/uploads/tx_meahfile/20070830_GestiondesLits_RapportFinal_3_sb.pdf)
- [3] Seppanen, M.S., (2000) Developing industrial strength simulation models using VBA, In 2000 Winter Simulation Conference Proceedings, p.77-82
- [4] SFMU, (2005), Organisation de l'aval des urgences : Etats de lieu et propositions, [www.sfm.org/documents/ressources/referentiels/Aval\\_SU\\_SFMU\\_mai\\_2005.pdf](http://www.sfm.org/documents/ressources/referentiels/Aval_SU_SFMU_mai_2005.pdf).
- [5] WANG, T., A. GUINET, A. BELAIDI, B. BESOMBES (2008). Modeling and simulation of emergency services with ARIS and Arena - Case study: the Emergency department of Saint Joseph and Saint Luc Hospital. *Production Planning & Control*
- [6] Wu, Z.Y, and Zhu, L.X, (2000), Visible representation of Arena simulation using VBA and Excel, *Application Research of Computers*, vol.17, p.76-7

VII. ANNEXE

Tableau 1 Exemple des données d'entrée extraites du planning des séjours

Spécialité	C*	DMS*	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Dim	Lun	Mar	Mer
1. Cardiologie	24	3	18	20	20	20	16	10	10	20	20	20
2. Neurologie	25	4	15	22	20	16	22	11	11	22	25	25
3. Gastrologie	30	3	13	10	9	18	12	3	10	23	13	9
4. Hématologie	22	4	15	11	8	3	4	12	12	18	12	17
5. Pneumologie	20	4	16	17	17	15	17	8	8	15	17	17

C\* : capacité de lits, DMS\* : durée moyenne de séjour

Tableau 2 Nouveau planning des séjours calculé par simulation

Spécialité	Capacité de lits	DMS	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Dim	Lun	Mar	Mer
1. Cardiologie	24	3	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	20	20
2. Neurologie	25	4	<b>18</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	22	25	25
3. Gastrologie	30	3	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>17</b>	9
4. Hématologie	22	4	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>20</b>
5. Pneumologie	20	4	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	17

Tableau 3 Nombre de patients d'urgence acceptés

Spécialité	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Dim
1. Cardiologie	<b>4</b>	0	0	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	0
2. Neurologie	<b>3</b>	0	<b>2</b>	<b>1</b>	0	0	0
3. Gastrologie	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
4. Hématologie	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	0	<b>3</b>
5. Pneumologie	<b>3</b>	0	0	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	0