

PROPOSITION D'UN MODELE DE CONNAISSANCE GNERIQUE DES UNITES DE SOINS

J.CHAUVET, S.KEMMOE

LIMOS UMR CNRS 6158
IUP Management et Gestion des Entreprises
Université d'Auvergne
63 177 Aubière cedex
{chauvet, kemmoe}@isima.fr

B. ALEKSY

CHU de Clermont-Ferrand
Boulevard Léon Malfreyt
63058 Clermont-Ferrand Cedex 1
baleksy@chu-clermontferrand.fr

RESUME : Dans le cadre du projet du futur NHE (Nouvel Hôpital d'Estaing) de Clermont-Ferrand, nous nous focalisons sur le dimensionnement en termes d'effectif des US (Unités de Soins) (service de médecine digestive, dermatologie, médecine pédiatrique...). Ces US bien que toutes spécifiques sont conceptuellement basées sur une architecture et un fonctionnement identique. De manière à étudier l'ensemble de ces unités, la conception d'une Unité Générique de Soins (UGS) instanciable sur chaque service fait l'objet de cet article. Pour modéliser et simuler l'UGS, nous avons choisi de suivre la méthodologie ASCI (Analyse, spécification, Conception, Implantation). Cette dernière est basée sur la conception d'un modèle de connaissance puis d'un modèle d'action à partir de ce modèle de connaissance. Dans cet article nous proposons un modèle de connaissance générique de l'UGS puis détaillons les briques logicielles développées et utilisées de manière à concevoir le modèle d'action sur les US. Enfin, à titre d'exemple, une instanciation sur le service de médecine digestive est présentée.

MOTS-CLES : unité générique de soins, modèle de connaissance générique, briques logicielles, modèle de simulation, service de médecine digestive

1 INTRODUCTION

Le projet du NHE (Nouvel Hôpital d'Estaing), dans lequel s'inscrivent nos travaux, réside dans la construction d'un nouvel hôpital ; ce qui implique une réorganisation des services. La direction de l'actuel hôpital a donc décidé de mettre en place une nouvelle organisation physique, logique et décisionnelle de l'hôpital. Ce projet possède un espace temps de cinq ans (2004 à 2009) qui se situe entre la fin des études d'architecture et la fin des travaux de construction. Il a pour objectif d'analyser en détail plusieurs scénarii organisationnels et de réguler l'intégralité du fonctionnement futur du NHE. Une partie de ce projet consiste notamment à étudier par simulation la future charge du personnel soignant au sein de chaque US (Unité de Soins) (tableau 1).

Nom du pôle	Nombre d'Unités de Soins	Nombre de lits	Nombre d'acteurs
Pôle Pédiatrie	14	187	274
Pôle Spécialités	11	121	161
Pôle Digestif	6	119	113
Pôle GOHR	11	106	86

Tableau 1. Comparaison des unités de soins à l'intérieur des pôles suivant le nombre de lits et d'acteurs

Cette étude consiste donc à évaluer le taux d'occupation des acteurs hospitaliers et estimer le temps de retard des activités de soins programmées et aléatoires. Chaque hôpital est composé d'un ensemble d'US spécifiques par

leurs spécialités médicales. Néanmoins, ces US bien que toutes spécifiques sont conceptuellement basées sur une architecture et un fonctionnement identique (figure 1).

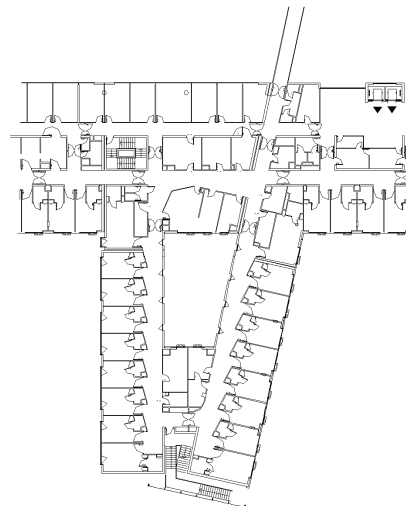


Figure 1. Représentation d'une unité de soins

Nous avons décidé de concevoir une UGS (Unité Générique de Soins) qui est une unité comprenant l'ensemble des éléments communs aux US et instanciables de manière à prendre en compte les spécificités de chacune. Cette UGS permettra aux décideurs de bénéficier d'un modèle de simulation générique, sous Witness, pouvant être instancié sur une US quelconque puisque la simulation se veut la plus générique possible. Pour parvenir à générer l'UGS, nous avons choisi de suivre la méthodologie ASCI (Analyse, Spécification, Conception, Implantation) (Gourmand et

Kellert, 1991). Cette démarche est basée sur la conception successive d'un modèle de connaissance puis d'un modèle d'action au moyen de briques logicielles conçues à partir d'un processus de recueil de management de la connaissance. De manière à générer un modèle de connaissance exhaustif de l'UGS, nous présentons un double modèle de connaissance à partir d'ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) (Scheer, 2002) pour la partie modélisation métier (parcours patients et fonctions des acteurs) et UML pour la partie systémique (locaux, personnel paramédical...). De manière à concevoir les modèles d'action, nous proposons un ensemble de règles expliquant la traduction des modèles UML et ARIS en briques logicielles (sous Witness).

Dans une première section, nous présentons les systèmes hospitaliers et plus particulièrement les unités de soins. Dans une deuxième section, nous proposons une revue de la littérature sur les problèmes dans les systèmes hospitaliers présentant la singularité de notre étude. Dans une troisième section, nous proposons de définir les caractéristiques de l'UGS au moyen d'un modèle de connaissance puis nous présentons des briques logicielles permettant le passage au modèle d'action. Enfin dans une dernière section l'instanciation de ces modèles sur une unité spécifique.

2 PRESENTATION DE LA SUPPLY CHAIN HOSPITALIERE ET DES UNITES DE SOINS

(Féniès, 2004) a défini le système hospitalier comme une Supply Chain hospitalière. Ainsi, une Supply Chain Hospitalière (SCH) est un ensemble ouvert traversé par des flux humains, matériels, informationnels et financiers, composé d'entités variées autonomes : fournisseurs, services hospitaliers (urgence, bloc opératoire...), prestataires logistiques, prestataires médicaux... Ces entités utilisent des ressources consommables en nombre limité (matériel, capital, ...) et coordonnent leur action par un processus logistique intégré afin d'améliorer prioritairement leur performance collective (satisfaction du patient, optimisation du fonctionnement du système hospitalier) mais aussi à terme leur performance individuelle (maximisation de la valeur créée par une entité). Cette définition souligne la complexité du système hospitalier et la nécessité de satisfaire le patient au moindre coût.

Ces systèmes hospitaliers sont principalement constitués d'unités de soins desquelles découle la performance globale de la Supply Chain Hospitalière.

Cette étude se focalise donc sur la performance de ces unités et notamment le management des effectifs nécessaires à leur bon fonctionnement. Notre étude se propose d'évaluer le taux d'occupation des acteurs hospitaliers et les temps de retard des activités de soins programmées et aléatoires.

Dans un premier paragraphe, nous expliquerons les caractéristiques d'une US d'un point de vue organisationnel. Dans un deuxième paragraphe, nous présenterons la modélisation de l'allocation dynamique des ressources.

2.1 Caractéristiques communes d'une unité de soins

Bien que toutes différentes les unités de soins possèdent des éléments communs tels que les lieux, les acteurs hospitaliers et les patients. Dans chaque lieu est réalisé un ensemble de tâches par les acteurs hospitaliers ayant comme objectif de soigner le patient en respectant un planning de travail et en réduisant le délai d'attente des patients.

Les acteurs hospitaliers sont partagés en deux catégories : le personnel médical et celui paramédical. Le personnel médical comporte l'ensemble des médecins comme les professeurs, les internes, les externes. Le personnel paramédical est composé des Agent des Services Hospitaliers (ASH), des Aides Soignants (AS), des Auxiliaires puéricultrices (AP), des Infirmières Diplômées d'Etat (IDE), des Puéricultrices (PUER).

A chaque acteur hospitalier est attaché un planning de travail. Il existe plusieurs sortes de planning suivant le poste du personnel paramédical et la période de la journée. Une journée de 24h se divise généralement en trois postes : le poste du matin (de 6h00 à 13h30), le poste du soir (de 13h à 20h30), le poste de la nuit (de 20h00 à 6h30).

D'autres postes peuvent s'ajouter en parallèle des postes courants. Le personnel paramédical travaille également suivant des secteurs. Un secteur est une division organisationnelle de l'US liée au poste des acteurs hospitaliers. Les acteurs hospitaliers se partagent les lits des patients suivant leurs postes et la période de la journée. Le découpage n'est donc pas physique mais organisationnel. Il induit une gestion dynamique des ressources de l'US.

2.2 Modélisation de l'allocation dynamique des ressources

De manière à évaluer la performance des unités de soins en termes de retard d'activités, il est nécessaire de modéliser le fonctionnement d'une US à une maille très fine. C'est pourquoi nous détaillons le fonctionnement d'une US au niveau de l'activité. Celui-ci est basé sur la succession des activités effectuées par le personnel soignant. Ces activités peuvent être classées selon deux critères comme l'illustre le tableau 2 :

	Activités planifiées (élémentaires)	Activités aléatoires (complexes)
Activités génériques	Effectuer une tournée de repas, une distribution de médicaments...	Répondre au téléphone, aux sonneries d'un patient...
Activités spécifiques	Effectuer une tournée de pansements pour le service digestif...	Refaire un pansement pour le service digestif...

Tableau 2. Activités classées selon deux axes

Toutes les activités d'une US sont générées par des événements qui peuvent être aléatoires, tels l'appel d'un patient, la sonnerie d'un téléphone, ou par des activités

planifiées qui varient selon les pathologies des patients présents dans le système. Ainsi, à chaque instant, une décision peut être prise au niveau de chaque ressource (membre du personnel soignant) quant à l'activité qu'elle doit effectuer.

Simuler l'activité d'une US consiste donc à allouer dynamiquement chaque membre du personnel à une activité parmi la totalité des activités à réaliser dans la journée. La connaissance du fonctionnement d'une US permet de distinguer les caractéristiques rendant complexe sa simulation. Ces dernières sont :

- l'arrêt d'une activité par un membre du personnel jugeant qu'il doit en effectuer une autre plus prioritaire ; par exemple, une infirmière arrêtera sa distribution de médicaments pour intervenir auprès d'un patient qui se plaint
- la reprise obligatoire d'une activité interrompue par les mêmes personnes qui l'ont commencée ; en effet, en général, chaque membre du personnel finit une activité débutée puisqu'il sait précisément quand il s'était arrêté
- la réalisation d'activités nécessitant plusieurs membres du personnel ; par exemple, la toilette de certains patients nécessite qu'une infirmière et une aide-soignante soient présentes

Ces éléments montrent en quoi la gestion des activités et des ressources s'avère complexe. En effet, la simulation doit pouvoir à tout instant allouer dynamiquement une ressource à une activité. Pour cela, il faut donc connaître toutes les règles de gestion des activités et des ressources, que ce soit des règles de priorité, de précedence ou d'autres règles concernant le personnel, comme leur qualification qui limite la possibilité de réalisation de certaines activités. Enfin, la simulation des US rend également indispensable la prise en compte des déplacements des membres du personnel soignant. En effet, le temps de déplacement représente une part importante de la charge de travail du personnel et la réalisation d'une activité par chaque membre peut être remise en cause lors de son déplacement ; par exemple, si une infirmière se déplace dans le couloir dans le but d'effectuer un pansement sur un patient et qu'elle observe qu'un autre patient a effectué un appel sonnette, elle ira d'abord constater la raison de cet appel avant de faire son pansement.

3 ETAT DE L'ART

Cette section présente un état de l'art rapide des études liées aux systèmes hospitaliers. Le but de ce dernier est de présenter les travaux voisins à notre étude et de justifier sa singularité. Les systèmes hospitaliers, entrant dans une logique de gestion d'entreprise, réfléchissent sur une nouvelle organisation physique, logique et décisionnelle de leur structure. Pour répondre à des objectifs de diminution des coûts, de satisfaction des patients, de gestion du temps, ils mènent une réflexion sur les approches et les méthodes de modélisation. Pour parvenir à cela, les auteurs cherchent à mettre en place des outils de gestion et d'aide à la décision (tableau 3).

Problèmes	Références
<i>Modélisation, simulation et optimisation</i>	<i>Artiba et al., 2004 Ducq et al., 2004 Nobre, 2003 Colin et al., 2003 Hassane et al., 2003 Faure et al., 2003 Vissers, 1998 Rohleder et al., 2007</i>
<i>Système d'Information</i>	<i>Romeyer et al., 2004 Blanc, 2003</i>
<i>Mesure de la satisfaction des patients, de l'efficacité des soins</i>	<i>Merdinger-Rumbler, 2003 Hollingsworth et al., 1999</i>
<i>Planification des lits</i>	<i>Akcali et al., 2006 Vasilakis and El-Darzi, 2001 Mackay and Lee, 2005 Huang, 1998 Jones and Joy, 2002 De Bruin et al., 2007</i>

Tableau 3. Problèmes sur les systèmes hospitaliers

Le patient étant le point central de chaque système. Il induit des flux matériels, humains, financiers et génère de la valeur. (Dallery, 2004) propose les différentes décompositions des flux physiques, d'information et financiers d'un système hospitalier. Le tableau 4 donne quelques exemples de types de flux.

En ce qui concerne les urgences, les principaux problèmes étudiés traitent de la modélisation, la simulation et l'optimisation des flux de patients. Les objectifs peuvent être de diminuer les temps de passage des patients, de concevoir et mettre en place un outil d'aide au dimensionnement et au pilotage de systèmes. Nous avons donc énoncé brièvement les principaux sujets d'étude avec leurs auteurs dans le tableau 5.

Par ailleurs, de nombreuses études ont été effectuées sur les blocs opératoires (tableau 6).

Problèmes	Références
<i>Flux patients</i>	<i>Fontant et al., 2003 Van Zon and Kommer, 1999</i>
<i>Flux informationnels</i>	<i>Romeyer Cécile, 2004</i>
<i>Flux financiers</i>	<i>Moedbeck et al., 2004 Leclercq et al., 2003</i>

Tableau 4. Problèmes sur les flux

Problèmes	Références
<i>Modélisation, simulation et optimisation des flux patients</i>	<i>Hadges et al., 2003 Lubicz, Mielczarek, 1987 Moreno et al., 1996 Syi Sua, Chung-Liang Shihb, 2003 Valenzuela et al., 1990</i>
<i>Diminution des temps de passage des patients</i>	<i>Navas et al., 2004 Velin et al., 2001</i>
<i>Conception et mise en place d'un outil d'aide au dimensionnement, au pilotage des systèmes</i>	<i>Combes, 1994 Doheny, Fraser, 1996</i>

Tableau 5. Problèmes sur les urgences

Problèmes	Sous-systèmes	Références
<i>Allocation dynamique des patients</i>	<i>Service d'orthopédie</i>	<i>Artiba, Di Martinely, 2003</i>
<i>Planification des blocs opératoires</i>	<i>PMT</i>	<i>Combes et al., 2004 VanBerkel and Blake, 2007 Everett, 2002 Lapierre et al., 1999 Santibáñez et al., 2007</i>
<i>Modélisation des blocs opératoires</i>	<i>PMT</i>	<i>Trilling et al., 2004 Albert et al., 2003 Anderson et al., 2002</i>

Tableau 6. Problèmes liés aux blocs opératoires

Nous avons constaté que les travaux existant sont en général dédiés à des problèmes spécifiques. Dans la littérature, le principe de l'UGS, permettant de prendre en compte la modélisation de l'ensemble des unités de soins, n'existe pas à notre connaissance.

Afin de modéliser l'ensemble des unités de soins du NHE, nous avons décidé de concevoir une unité générique de soins instanciable sur chaque unité. L'obtention d'un modèle de simulation pour l'UGS est réalisée avec la méthodologie ASCI. Cette dernière est basée sur la génération successive d'un modèle de connaissance puis d'un modèle d'action. La généricité de l'UGS nécessite alors la conception de briques logicielles permettant l'instanciation des modèles d'action.

4 MODELE DE CONNAISSANCE DE L'UGS

Nous présentons dans un premier temps le modèle systémique de l'UGS et dans un deuxième temps le modèle de connaissance de processus de l'UGS.

4.1 Modèle systémique de l'UGS

Le modèle de connaissance systémique préconisé par ASCI se décompose en trois sous-systèmes :

- le sous-système physique qui est constitué de l'infrastructure du système ;
- le sous-système logique qui représente toutes les entités de flux (financiers, humains, matériels, informationnels);
- le sous-système décisionnel qui contient les règles de gestion et de pilotage des moyens physiques et agit sur le sous-système logique et le sous-système physique (règles de gestion, d'attribution des ressources, d'attribution des moyens de transport...) pour assurer la gestion et la maîtrise des processus afin de satisfaire les objectifs du système.

Nous présentons les trois sous-systèmes, physiques, logiques et décisionnels, du modèle de connaissance de l'UGS.

Le sous-système physique de l'UGS est composé :

- du personnel soignant (personnel médical et paramédical),
- des salles (salle de personnel, salle de soins, salle technique, chambres)

La figure 2 montre, à l'aide d'un diagramme de classes, l'ensemble des classes et associations du SSP.

Le sous-système logique de l'UGS comporte des flux humains et informationnels. La figure 3 montre toutes ces classes, reliées par des associations, pour former le sous-système logique.

Le sous-système décisionnel est composé du personnel soignant et d'un centre de décisions.

La figure 4 présente cet ensemble de classes et d'associations qui constitue le diagramme de classes du sous-système décisionnel.

4.2 Modèle de connaissance de processus de l'UGS

De manière à compléter le modèle de connaissance systémique de l'UGS en trois sous-systèmes, nous présentons un modèle de connaissance de processus présentant premièrement les activités génériques des patients puis celles des acteurs hospitaliers. Pour cela, nous avons décidé de générer ces modèles à partir d'ARIS. ARIS facilite le passage du modèle de connaissance au modèle d'action qui doit être conforme aux choix et aux hypothèses exprimés dans le modèle de connaissance. Les CPE (Chaîne de Processus Événementielle) et les arbres de fonction expliquent les parcours patients et les activités des acteurs hospitaliers de l'ensemble des services d'un système.

4.2.1 Le parcours patients de l'UGS

Le parcours des patients comprend les activités de l'entrée du patient dans le service jusqu'à sa sortie à l'aide des CPE d'ARIS. Les CPE sont réalisés à l'aide d'événements et de fonctions. Les événements donnent le changement d'état du système ; les fonctions renseignent sur les actions opérées sur le système.

La CPE du modèle de connaissance générique de l'UGS se compose (figure 5) :

- de l'entrée du patient,
- de l'hospitalisation du patient,
- de l'opération du patient,
- des soins du patient,
- de la sortie du patient.

Le patient entre dans le service et il est hospitalisé dans sa chambre. Certaines activités liées au traitement de sa pathologie sont réalisées dans d'autres services. Les modèles de connaissance de l'UGS et de simulation représentent le patient seulement dans le service lié à son hospitalisation. L'étape suivante est de relier l'ensemble des services pour représenter un système complet.

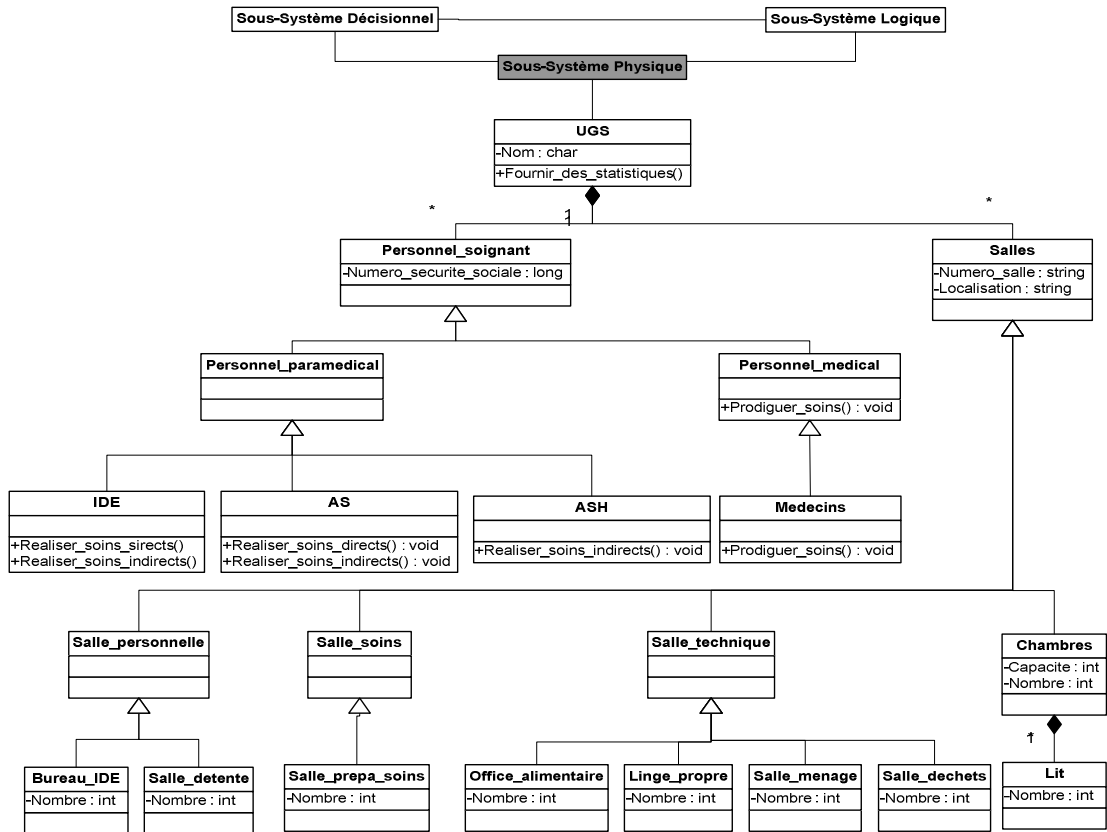


Figure 2. Le diagramme de classes du sous-système physique.

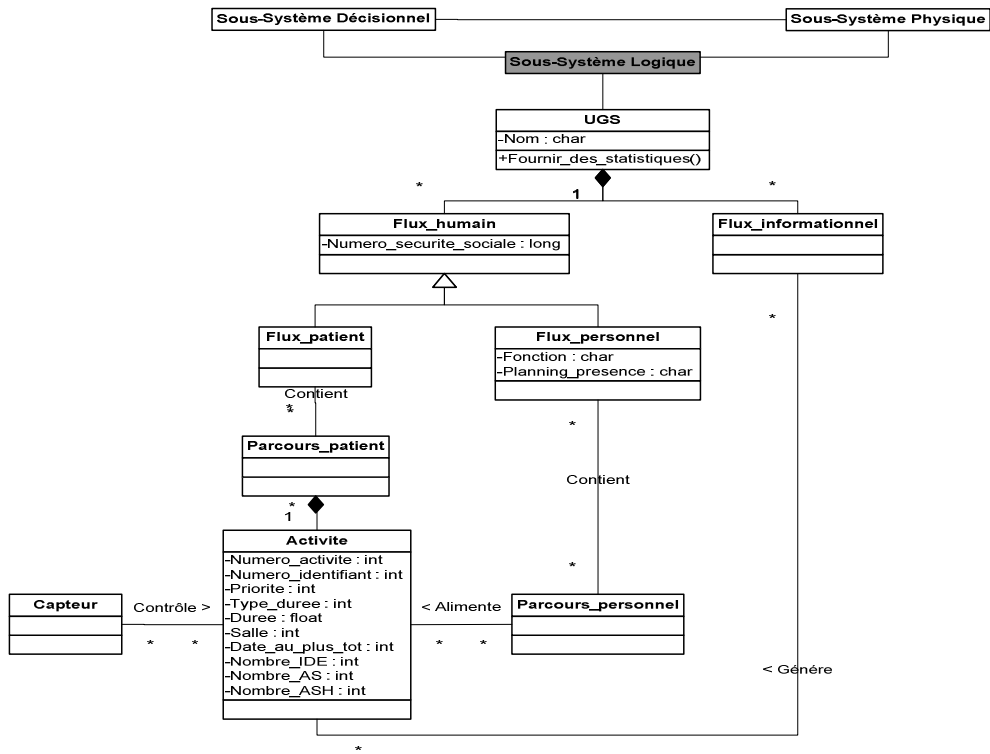


Figure 3. Le diagramme de classes du sous-système logique.

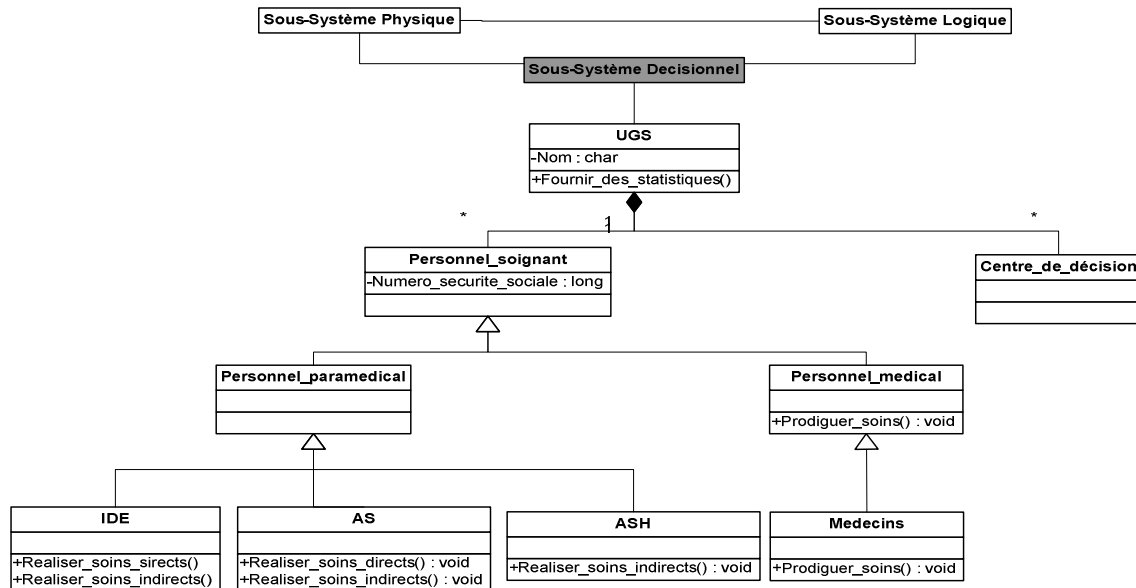


Figure 4. Le diagramme de classes du sous-système décisionnel.

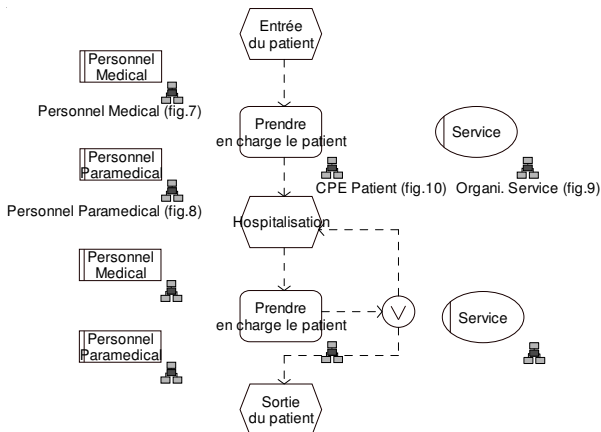


Figure 5. Parcours patients de l'UGS

4.2.2 Les activités des acteurs de l'UGS

A l'intérieur d'un service, des acteurs avec leurs compétences agissent autour d'un patient à l'aide de ressources matérielles provenant du système. Ces acteurs, pour agir autour d'un patient, effectuent des tâches. Ces tâches regroupées caractérisent le poste des différents acteurs.

Les fonctions élémentaires sont des fonctions qu'il n'y a pas lieu de décomposer plus avant pour répondre aux besoins de la gestion d'entreprise. Cette décomposition est représentée dans des arbres de fonctions. La figure 6 présente un arbre de fonctions reprenant les tâches génériques des différents acteurs hospitaliers d'un service.

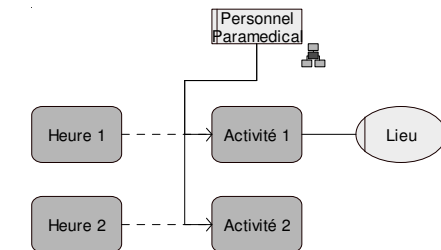


Figure 6. Activités des acteurs hospitaliers

5 CONCEPTION ET IMPLANTATION DE BRIQUES LOGICIELLES

Après avoir présenté le modèle de connaissance générique de l'UGS, nous présentons la bibliothèque de composants logiciels générés à l'aide des modèles ARIS et UML. Grâce à ces derniers, le modèle d'action sera défini. Il représente l'entrée principale pour élaborer le modèle de résultats (Tchernev, 1997). Dans un premier paragraphe, nous présenterons la traduction du modèle de connaissance générique en briques logicielles. Dans un deuxième paragraphe, nous expliquerons la traduction du modèle de connaissance en modèle d'action.

5.1 Traduction du modèle de connaissance générique en modèle d'action

La traduction du modèle de connaissance générique en modèle d'action s'effectue en deux étapes (André, 2007) :

- les diagrammes UML sont traduits en modèle de simulation sous Witness,
- les modèles ARIS sont traduits en données d'entrée pour le modèle de simulation.

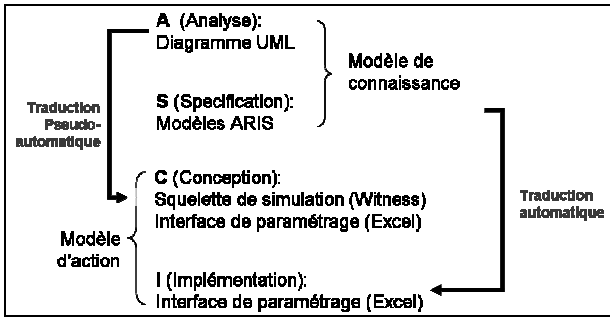


Figure 7. Liens entre les modèles de connaissance et d'action Witness

Après avoir établi les règles de traduction entre les modélisations suivant les deux approches, objet et par processus, les règles de traduction entre les diagrammes UML et le modèle d'action Witness sont pseudo-automatiques, par l'intermédiaire du modèle d'entrée ; les règles de traduction entre les modèles ARIS et le modèle d'entrée de l'UGS à l'aide d'Excel sont automatiques (figure 7).

5.1.1 La génération du modèle Witness

Comme nous l'avons défini précédemment, le modèle de connaissance générique de l'UGS est décomposé en trois sous-systèmes à l'aide des diagrammes UML. Chaque objet des diagrammes UML est traduit en élément de Witness. Une correspondance entre certains objets des diagrammes de classes et les éléments du modèle d'action est établie (Tableau 7).

Modèle de connaissance		Modèle d'action			
<table border="1"> <tr> <td>Personnel_soignant</td> </tr> <tr> <td>-Numero_securite_sociale : long</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table>	Personnel_soignant	-Numero_securite_sociale : long		Personnel soignant	Ressource
Personnel_soignant					
-Numero_securite_sociale : long					
<table border="1"> <tr> <td>Salles</td> </tr> <tr> <td>-Numero_salle : string</td> </tr> <tr> <td>-Localisation : string</td> </tr> </table>	Salles	-Numero_salle : string	-Localisation : string	Salles	Module
Salles					
-Numero_salle : string					
-Localisation : string					
<table border="1"> <tr> <td>Parcours_patient</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table>	Parcours_patient			Patients	Articles
Parcours_patient					

Tableau 7. Table de correspondance entre le modèle de connaissance et le modèle d'action Witness

Le modèle de connaissance est traduit sous forme de briques logicielles qui composent la base du modèle d'action sous Witness.

Une salle est un lieu de traitement (soins), chaque traitement a une durée connue. Pour réaliser le traitement, des acteurs hospitaliers sont nécessaires.

Dans le modèle Witness, une machine est un élément physique qui effectue une opération sur un article en le modifiant éventuellement. Une machine dépense un temps pour traiter les articles, en les transformant d'un état à un autre.

Il apparaît évident de modéliser une salle par une machine dont le temps de cycle serait égale à la durée de traitement de la tâche.

Nous proposons d'associer à chaque salle un article (article lieu) qui permettra le fonctionnement de la machine. Une fois le traitement terminé, cet article doit être stocké d'où l'existence d'un stock lié à la machine. L'acteur hospitalier réalise un certain nombre de tâches (ex. soins, ménage, relève...) avec une durée dans différents lieux. Il a été modélisé comme une ressource car dans Witness, la ressource peut être utilisée pour assister au traitement d'un article (ex. une IDE (ressource) assiste à un soin (traitement) dans une chambre (machine)). Un acteur hospitalier peut être amené à interrompre un traitement pour répondre à une activité imprévue (ex. réponse à une sonnette). Cela se modélise sous Witness par la préemption des ressources.

Un article est un élément discret qui représente tout ce qui se déplace entre les éléments discrets. Un article (patient) provenant d'un stock (stock chambre) est traité par une machine (chambre) et retourne à son stock initial après traitement. La durée du traitement est égale au temps de cycle de la machine.

Les articles (patients) arrivent dans le modèle selon une séquence irrégulière répétée sur 24 heures (ex. 0 patient arrive entre 6h et 16h, 10 patients arrivent entre 16h et 17h, 0 patient entre 17h et 6h chaque jour de la semaine). Pour ce faire, nous allons déclarer un type d'article actif avec profil, puis sur la forme de description, nous allons paramétrer un profil d'arrivée des patients contenant la séquence retenue. La chambre est modélisée comme étant une machine et un stock. Une machine est nécessaire pour représenter les différentes activités (ex. soins, ménage, distribution des carafes...) réalisées dans la chambre. Une chambre contient ou non un patient, si le patient subit un traitement (ex. changement d'un pansement, prise de médicaments, prise des constantes...) il se trouvera dans la machine, si le patient ne subit aucun traitement (ex. il se repose, il regarde la télévision...) il sera mis dans le stock.

5.1.2 Les composants des CPE et des arbres de fonctions d'ARIS

Pour générer les données d'entrée du modèle de simulation, les modèles sous ARIS exportés grâce au langage PERL. Les diagrammes choisis pour le modèle de connaissance générique sont les CPE et les arbres de fonction. Les CPE permettent de représenter le parcours patient à l'aide d'un enchaînement d'événements et de fonctions. Comme définis précédemment, les événements et les fonctions traduisent les parcours patients. Le patient se déplace dans la structure physique. Le modèle de simulation construit, à l'aide de Witness, à partir de la structure physique se base alors sur ce déplacement pour changer l'état du système. Le personnel soignant est assimilé à des ressources, les locaux de soins aux machines, les activités à des articles.

Les arbres de fonctions construits à partir des activités des acteurs hospitaliers sont composés de fonctions qui sont traduites sous forme d'articles sous Witness.

La figure 8 présente une CPE montrant la traduction des postes de travail en ressources, des unités organisationnelles en machines, des activités en articles. Au niveau d'une fonction se trouve une association qui établit le lien entre deux modèles, en l'occurrence deux CPE. Ce deuxième diagramme détaille cette fonction en décrivant ses activités spécifiques au niveau des acteurs hospitaliers.

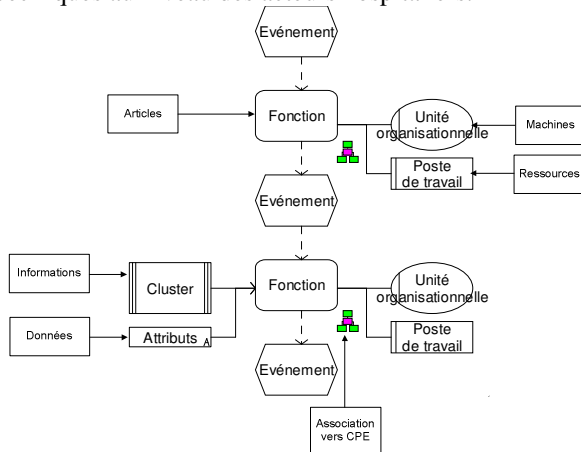


Figure 8. Règles de traduction du modèle de connaissance générique ARIS au modèle d'action

6 EXPLOITATION DU MODELE D'ACTION

Pour l'exploitation du modèle d'action, nous utilisons le cadre expérimental défini par Orhen. Celui-ci consiste à définir les variables observables du système, les variables d'entrée, les conditions initiales et de terminaison ainsi que la collecte des résultats en fonction de l'objectif de l'étude.

Les variables observables représentent les variables sur lesquelles l'analyse du modèle de simulation sera portée. Dans cette étude, nous considérons :

- le taux d'utilisation des différentes ressources humaines (min, moy, max),
- le taux d'utilisation des différentes ressources matérielles (min, moy, max),
- le temps de retard des activités par rapport à leur heure de fin prévue (min, moy, max),
- dans le cas des activités qualifiées d'urgentes : le temps d'attente avant la réalisation de l'activité (min, moy, max),
- le temps de retard des activités lors du changement d'équipe (min, moy, max),
- l'écart entre l'interruption d'une activité et sa reprise (maximum, moyenne).

Le but d'une étude de simulation est de tester l'impact de certaines variables sur la performance d'un système. Ces variables sont appelées « variables d'entrée » et se différencient des paramètres qui eux sont fixes quelque soit la simulation. D'après l'objectif de notre étude qui est d'évaluer l'impact de l'effectif soignant sur l'US, les variables d'entrée sont donc :

- le nombre de personnel soignant,

- l'arrivée du personnel soignant,
- la charge du service représentée par le taux de remplissage des lits.

Les variables d'entrée regroupent les variables dont l'impact des valeurs

Conditions initiales :

Chaque réplication de la simulation démarre à 6h le lundi matin. Le taux initial de remplissage des lits est choisi de manière à représenter une charge moyenne pour un service.

Conditions de terminaison :

La simulation est non-terminante, la durée de simulation est d'une semaine. Le nombre de réplifications est de 30. A chaque réplication, le système est réinitialisé. Si nous utilisons des variables aléatoires, un certain nombre de réplifications est nécessaire par simulation avec réinitialisation entre les répliques.

Collecte des résultats :

Nous collectons les résultats des 30 réplifications, ce qui nous permet de déterminer les temps minimum moyen et maximum. Nous présenterons les résultats collectés sous forme d'histogrammes.

7 EXEMPLE D'APPLICATION SUR UN SERVICE DE MEDECINE DIGESTIVE

7.1 Conception du modèle de connaissance du service de médecine digestive

Après avoir recueilli la connaissance auprès du personnel paramédical pour réaliser les arbres de fonctions et du personnel médical pour concevoir les parcours patients, nous avons généré des modèles de connaissance du service de médecine digestive que nous présentons dans les paragraphes suivants. Dans le cadre de l'instanciation de l'UGS, nous présentons une partie du modèle de connaissance. Nous limitons la présentation du modèle de connaissance à sa composante processus.

7.1.1 Un exemple de parcours patient dans le service de médecine digestive

Nous présentons donc un parcours type lié à l'anémie en carence de fer du service de médecine interne. Le parcours des patients schématise les différentes étapes suivies par le patient à partir de son entrée dans le service jusqu'à sa sortie, selon la figure 9, réalisé grâce à l'outil ARIS. Cette figure est un extrait des activités traitées dans le cadre de l'anémie en carence de fer. La fonction des acteurs du service de médecine interne Après avoir décrit le parcours du patient, nous réalisons les modèles de la fonction des acteurs qui représentent les tâches génériques, caractérisant les postes des différents acteurs. Ces tâches sont effectuées tout au long de la journée par les IDE, les AS, les ASH. Elles sont complétées par d'autres activités spécifiques qui sont dues à la pathologie traitée, au caractère unique du patient, à l'organisation du service, par exemple.

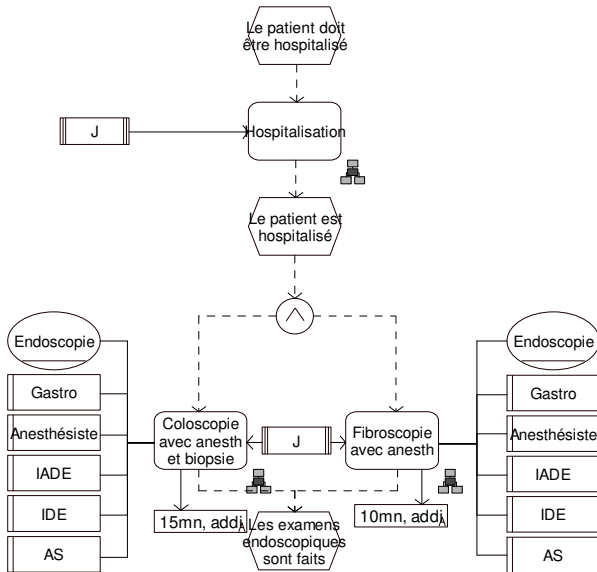


Figure 9. Extrait du parcours patient lié à l'anémie

7.2 Exploitation du modèle de simulation de médecine digestive et analyse des résultats

Après avoir généré le modèle de simulation à partir du modèle de connaissance présenté précédemment, ce modèle est mis en œuvre selon le cadre expérimental présenté dans la section 6. Les résultats obtenus sont présentés sous forme de tableaux et d'histogrammes (figures 10 et 11). A titre d'exemple, on peut obtenir : le taux d'utilisation des acteurs (min, moy, max), le taux d'utilisation des chambres, de la salle de préparation des soins, de la salle détente du personnel, du bureau infirmier (min, moy, max),...

Les résultats présentés sont obtenus à partir des données générées et ne correspondent à aucune réalité.

8 CONCLUSION

Le modèle de connaissance conçu pour l'ensemble des services d'un hôpital est un projet nouveau et complexe (Chabrol et al., 2006). Pour recueillir et formaliser les flux du NHE, une équipe projet travaillant dans une structure basée au CHU de Clermont-Ferrand et baptisée « Atelier de Modélisation » a été créée. Cet atelier utilise le processus de modélisation d'un système issu d'ASCI. Nous avons appliqué cette méthodologie pour la conception de l'UGS et présenté le modèle conceptuel de l'UGS qui se décompose en trois sous-systèmes : le SSP, le SSL et le SSD. A la suite de la présentation des trois sous-systèmes du modèle générique de l'UGS à l'aide de diagrammes de classes, nous avons proposé la conception du modèle de connaissance générique à l'aide d'ARIS. Nous avons proposé les contours de l'UGS que nous avons instanciée sur un des services du pôle digestif.

Une des perspectives de nos travaux réside dans l'application du processus de modélisation d'une UGS à des services appartenant à d'autres établissements

hospitaliers que ceux du NHE et dans la réalisation de briques logicielles simples pour la simulation.

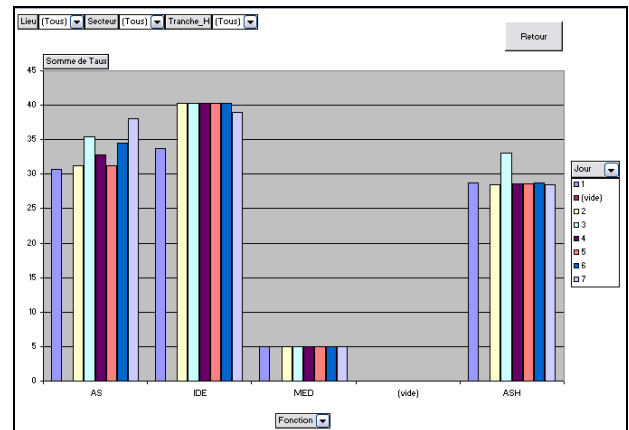


Figure 10. Extrait des résultats par fonction des acteurs

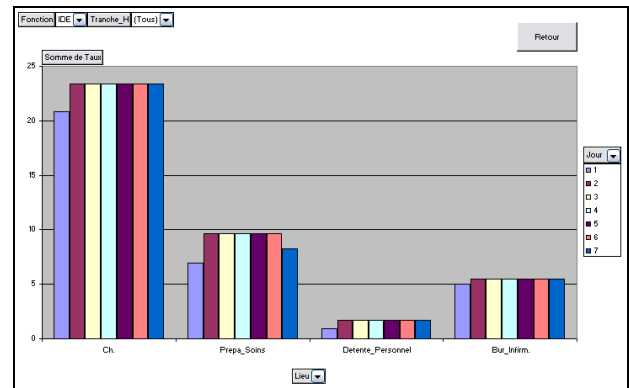


Figure 11. Extrait des résultats pour les locaux

REFERENCES

Abdelhakim A., Di Martinelly C. 2003. Allocation des patients : problématique et approche de résolution par la simulation. (GISEH), Lyon.

Albert P., Marcon E., Simmonet G. 2003. Etude exploratoire sur le risque lié à la mutualisation des médecins anesthésistes réanimateurs. (GISEH), Lyon.

Anderson J.G., Harshbarger W., Weng H.C., Stephen J.J., Anderson M.M. 2002. Modeling the Costs and Outcomes of Cardiovascular Surgery. *Health Care Management Science* 5, 103–111, Kluwer Academic Publishers. Manufactured in The Netherlands.

André V. 2007, *Un environnement de modélisation pour l'évaluation de la performance de la SCH : application aux flux logistiques du NHE*, Master 2, Clermont-Ferrand.

Akcali E., Côte M.J., Lin C. 2006. A network flow approach to optimizing hospital bed capacity decisions. *Health Care Management Science* 9: 391–404.

Artiba A., Briquet M., Colin J., Dontaine A., Gourc D., Pourcel C., Stock R. 2004. Modélisation d'établissement de santé. (GISEH), Mons.

Blanc J.X. 2003. Le soin apporté aux soins : de la modélisation des processus de soins à la mise en place d'un système d'information de gestion et de management de la qualité. (GISEH), Mons

Chabrol M., Chauvet J., Fenies P., et Gourgard M. 2006. A methodology for process evaluation and activity based costing in health care supply chain. *Lecture Notes in Computer*

- Sciences (Springer) as a special issue of ENEI*, Volume 3812, p. 375 – 384.
- Colin J., Briquet M., Schaefer J. 2003. Le patient, un client au centre des flux. (*GISEH*), Lyon.
- Combes C. 1994. *Un environnement de modélisation pour les systèmes hospitaliers*. Thèse Université Clermont II.
- Combes C., Dussauchoy A., Chaabane S., Smolski N., Viale J.P., Souquet J.C. 2004. Démarche méthodologique d'analyse des données pour la planification des blocs opératoires : une application à un service d'endoscopie. (*GISEH*), Mons.
- Dallery Y. 2004. Les méthodes de la logistique industrielle au service de la santé : apports et limitations. *1ère Journée de l'Ingénierie de la Santé*, Centrale Paris, France.
- M. de Bruin A., Van Rossum A.C., Visser M.C., Koole G.M. 2007. Modeling the emergency cardiac in-patient flow: an application of queuing theory. *Health Care Management Science* 10: 125–137.
- Doheny J.G., and Fraser J.L. 1996. MOBEDIC: A Decision Modelling Tool for Emergency Situations. *Expert Systems With Applications*, vol. 10, No. 1, pp. 17-27.
- Duck Y., Vallespir B., Doumeings G. 2004. Utilisation de la méthodologie GRAI pour la modélisation, le diagnostic et la conception d'un système hospitalier. (*GISEH*), Mons.
- Everett J.E. 2002. A Decision Support Simulation Model for the Management of an Elective Surgery Waiting System. *Health Care Management Science* 5, 89–95, Kluwer Academic Publishers. Manufactured in The Netherlands.
- Faure S., Dr Vermeulun B., Dr Wieser P. 2003. Modélisation et réingénierie des systèmes hospitaliers. (*GISEH*), Lyon.
- Féniès P., Gourgand M., Tchernev N. 2004. Une contribution à la mesure de la performance dans la Supply Chain hospitalière : L'exemple du processus opératoire. (*GISEH*), Mons.
- Fontant G., Durou D., Mercé C., Frontin P. 2003. Analyse et modélisation du parcours du patient. (*GISEH*), Lyon.
- Gourgand M., Kellert P. 1991. Conception d'un environnement de modélisation des systèmes de production. *3ème congrès international de génie industriel*, Tours.
- Hadges P., Bellou A., Grandhaye J.P., Bayad M. 2003. Modélisation de la prise en charge des patients du service des urgences. (*GISEH*), Lyon.
- Hassane A., Nicolas J.C., Benasser A., Cherkouk N. 2003. Systèmes Multi-Agents et Réseaux de Petri pour la modélisation et l'évaluation de performances des systèmes hospitaliers. (*GISEH*), Lyon.
- Hollingsworth B., Dawson P.J. and Maniadakis N. 1999. Efficiency measurement of health care: a review of non-parametric methods and applications. *Health Care Management Science* 2, 161–172.
- Huang X.M. 1998. Decision making support in reshaping hospital medical services. *Health Care Management Science* 1, 165–173.
- Jones S.A., Joy M.P., Pearson J. 2002. Forecasting Demand of Emergency Care. *Health Care Management Science* 5, 297–305, Kluwer Academic Publishers. Manufactured in The Netherlands.
- Lapierre S.D., Batson C., McCaskey S. 1999. Improving on-time performance in health care organizations: a case study. *Health Care Management Science* 2, 27–34.
- Leclercq P., Bennert A., Pirson M. 2003. Mise en pratique de l'Activité Based Costing dans une unité de soins intensifs. (*GISEH*), Lyon.
- Lubicz M., Mielczarek B., 1987. Simulation modelling of emergency medical services. *European Journal of Operational Research*, vol. 29, Issue 2, pages 178-185.
- Mackay M., Lee M. 2005. Choice of Models for the Analysis and Forecasting of Hospital Beds. *Health Care Management Science* 8, 221–230, Springer Science + Business Media, Inc. Manufactured in The Netherlands.
- Merdinger-Rumbler C. 2003. La satisfaction du patient hospitalisé : de la mesure au pilotage. Une approche empirique basée sur l'expérience d'hospitalisation. (*GISEH*), Lyon.
- Moedbeck S., Praet J.C., Levecq P., Le Maire A. 2004. Analyse et modélisation des flux financiers en fonction du profil patient. (*GISEH*), Mons.
- Moreno L., Aguilar R. M., Piñero J.D., Estévez J.I., Sigut J.F. and González C. 1996. Using KADS methodology in a simulation assisted knowledge based system: application to hospital management. *Expert Systems With Applications*, vol. 10, No. 1, pp. 17-27.
- Navas J.F., Arteta C., Hadjes P.S., Jiménez F. 2004. Construction et simulation d'un modèle de flux de patients dans le service d'urgences d'un hôpital colombien (*GISEH*), Mons.
- Nobre T. 2004. L'introduction de nouveaux outils du contrôle de gestion à l'hôpital : le cas de l'ABC. (*GISEH*), Mons.
- Rohleder T.R., Bischak D.P., and Baskin L.B. 2007. Modeling patient service centers with simulation and system dynamics. *Health Care Management Science* 10: 1–12.
- Romeyer C., Boireaux A., Dupre V., Geindre C., Matray N., Meyzonier C. 2004. Modélisation par les processus : une méthode préalable indispensable à la mise en œuvre d'un système d'information communicant centré sur le patient. (*GISEH*), Mons.
- Santibáñez P., Begen M., Atkins D. 2007. Surgical block scheduling in a system of hospitals: an application to resource and wait list management in a British Columbia health authority. *Health Care Management Science* 10: 269–282
- Scheer, A.W. 2002. ARIS–Business Process Modelling, Springer.
- Syi S., Chung-Liang S. 2003. Modeling an emergency medical services system using computer simulation. *International Journal of Medical Informatics*, P 57-72.
- Tchernev N. 1997. *Modélisation du processus logistique dans les systèmes flexibles de production*. Thèse Université Clermont II.
- Trilling L., Guinet A., Chomel P.Y., 2004. Comparaison de méthodes et outils d'analyse : étude d'un plateau médico-technique regroupé avec le cadre de modélisation ARIS. (*GISEH*), Mons.
- Valenzuela D.T, Goldberg J., Keeley T.K, Criss A.E. 1990. Computer modeling of emergency medical system performance. *Annals of Emergency Medicine*, vol. 19, Issue 8, pages 898-901.
- Van Berkel P.T, and Blake J.T. 2007. A comprehensive simulation for wait time reduction and capacity planning applied in general surgery. *Health Care Management Science* 10: 373–385.
- Van Zon A.H and Kommer G.J. 1999. Patient flows and optimal health-care resource allocation at the macro-level: a dynamic linear programming approach. *Health Care Management Science* 2: 87–96 87.
- Vasilakis C. and El-Darzi E. 2001. A simulation study of the winter bed crisis. *Health Care Management Science* 4:31–36, 2001. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- Velin P., Alamir H., Babe P., Four R., Guida A. 2001. Les horaires principaux du circuit d'un enfant aux urgences pédiatriques. *Expérience de l'hôpital Lenoir en 1999*, Archives pédiatriques.
- Vissers J.M.H. 1998. Health care management modelling: a process perspective. *Health Care Management Science* 1: 77–85.