

LE PROJET DE MODELISATION ET DE SIMULATION DES FLUX DU NOUVEL HOPITAL ESTAING : AIDE A LA DÉCISION VERSUS MANAGEMENT DU CHANGEMENT

Michelle Chabrol* & Pierre Féniès**

Résumé. - L'objet de ce papier est de proposer, par la combinaison d'approches méthodologiques issues des Sciences Humaines et Sociales et des Sciences pour l'Ingénieur, une méthodologie de modélisation et de simulation permettant la conception de Systèmes d'Information et d'Aide à la Décision pour les systèmes hospitaliers mais également l'orientation du comportement des acteurs hospitaliers dans le contexte du management du changement. Cette méthodologie de modélisation est appliquée par l'ensemble des membres de l'atelier de modélisation du Nouvel Hôpital Estaing dans le cadre de reengineering des processus hospitaliers du CHU de Clermont Ferrand.

Mots-clés : Méthodologie de modélisation, Processus de modélisation, Aide à la décision, Orientation des comportements, Reengineering des processus, Supply Chain Hospitalière

1. Introduction

La réflexion menée sur la restructuration générale du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Clermont-Ferrand a conduit l'établissement à faire le choix d'un transfert complet des activités de l'Hôtel-Dieu sur un nouveau site impliquant la construction d'un nouvel équipement : le Nouvel Hôpital Estaing (NHE). Le projet d'organisation et de modélisation du

* Maître de Conférences, ISIMA, Université Blaise Pascal, LIMOS UMR CNRS 6158, Campus des Cezeaux, 63177 Aubière Cedex ; chabrol@isima.fr.

** Maître de Conférences, IUP Management et Gestion des Entreprises, Université d'Auvergne, LIMOS UMR CNRS 6158, 63177 Aubière Cedex ; fenies@isima.fr.

NHE est né dans le but d'étudier très en amont la mise au point de ces changements importants. 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. Il s'agit en fait de modéliser et de simuler un hôpital complet. Une équipe projet travaille dans une structure basée au CHU de Clermont-Ferrand et baptisée «Atelier de Modélisation» dont un des objectifs est la modélisation et la simulation des flux du futur NHE pour la conception d'un outil d'aide à la décision. L'«atelier de modélisation », par le biais de la conception d'un outil d'aide à la décision global, utilise également le processus de modélisation d'un système issu de la méthodologie A.S.C.I (Analyse, Spécification, Conception, Implantation) comme un outil de management du changement. L'objet de ce papier est ainsi de proposer, par la combinaison d'approches méthodologiques issues des Sciences Humaines et Sociales avec des approches issues du domaine de l'informatique, une méthodologie de modélisation permettant à la fois la conception de Système d'information et d'Aide à la Décision pour les systèmes hospitaliers mais également l'orientation du comportement des acteurs dans le cadre du management du changement.

Un système hospitalier est devenu un système ouvert sur l'extérieur qui interagit avec des entités prestataires de services logistiques ou médicaux. La comparaison avec une Supply Chain est évidente : l'hôpital actuel, compte tenu de sa complexité grandissante, est plus proche d'une immense chaîne logistique dont les agents visent à satisfaire le patient que d'un système fonctionnant en vase clos. Nous définissons, par analogie avec les Supply Chains industrielles, l'hôpital contemporain comme une Supply Chain Hospitalière (SCH) (Féniès et al., 2004). La SCH peut être définie comme un ensemble ouvert traversé par des flux humains, matériels, informationnels et financiers, composé d'entités variées autonomes : fournisseurs, services hospitaliers (urgence, bloc opératoire, pharmacie, cardiologie...) prestataires logistiques, prestataires médicaux...). Celles-ci utilisent des ressources restreintes (temps, matériel, capital, hommes...) et qui coordonnent leur action par un processus logistique intégré, afin d'améliorer, prioritairement, leur performance collective (satisfaction du patient, optimisation globale du fonctionnement du système hospitalier), mais aussi, à terme, leur performance individuelle (maximisation du profit d'une entité). Ce papier est structuré de la manière suivante : dans une première partie, nous décrivons le projet de modélisation et simulation des flux de la Supply Chain du NHE pour l'aide à la décision et l'orientation des comportements des acteurs qui la composent. Dans une deuxième partie, nous positionnons ce problème de modélisation par rapport à la littérature. Dans une troisième partie, nous proposons une méthodologie de modélisation et de simulation pour la SCH intégrant complexité managériale et complexité systémique. Dans une dernière partie, nous présentons l'ensemble des résultats obtenus sur le projet de modélisation du NHE d'un point de vue managérial (au sens orientation des comportements) comme d'un point de vue d'aide à la décision.

2. Le projet de modélisation et de simulation des flux du NHE

Le contexte général de la Supply Chain du NHE et les choix stratégiques retenus par les acteurs hospitaliers sont présentés dans un premier temps. Face à ce bouleversement organisationnel pour les acteurs du NHE, l'Atelier de Modélisation du NHE, que nous décrivons dans un deuxième temps, constitue une réponse originale et innovante au double problème d'aide à la décision et d'orientation des comportements des acteurs de la future SCH du NHE.

2.1 La Supply Chain du NHE

L'Hôtel Dieu (HD) fait partie des quatre principaux sites du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Clermont-Ferrand avec l'Hôpital Gabriel Montpied et le Centre Médico-Psychologique situés au sud du centre-ville, et l'Hôpital Nord à Cébazat. Situé au cœur du centre-ville, sa capacité actuelle est de 530 lits et il est le plus ancien des établissements du CHU. Cet aspect historique explique sa structure pavillonnaire, résultat de constructions s'échelonnant sur plusieurs siècles. Aussi, le CHU a décidé de construire un nouvel Hôpital remplaçant l'actuel HD sur le site d'Estaing (NHE). Cet hôpital sera nouveau pour trois raisons :

- le NHE sera nouveau pour le patient, qui devra y trouver technicité, compétences et relations humaines ;
- le NHE sera nouveau pour les professionnels de santé : la construction donnera davantage d'aisance et d'adaptation aux pratiques soignantes et permettra la modernisation et le rapprochement des secteurs d'activité, aujourd'hui vétustes et dispersés à l'Hôtel Dieu ;
- le NHE sera nouveau également quant à l'environnement créé, par la mise en place d'un projet de développement durable, par l'ouverture sur le quartier, par l'ouverture à l'art et à la culture. Les activités de l'HD et du NHE, en termes quantitatifs, comporteront des écarts qui sont présentés dans le tableau 1.

Catégorie	HD	NHE
Surface	44 000	68 000
Nombre de lits	530	565
Nombre de services	13	13
Nombre de pôles	0	8
Nombre de blocs	19	22

Tableau 1 : Données comparatives entre l'HD et le NHE.

Pour les acteurs du NHE, le recentrage de l'ensemble des activités hospitalières sur le patient, notamment par le regroupement en pôles, constitue un enjeu managérial majeur. Une difficulté supplémentaire de ce reengineering des processus hospitaliers provient du déménagement physique de l'hôpital actuel avec une modification des politiques de régulation économique. Ainsi, l'ensemble des habitudes des acteurs hospitaliers du futur NHE change : la structure physique est modifiée (déménagement), la structure managériale évolue (organisation par pôle), l'environnement financier est transformé en profondeur (tarification à l'activité). La figure 1 présente le contexte de la future Supply Chain du NHE. Pour comprendre le fonctionnement de la nouvelle organisation, l'évaluer suivant divers critères de performance (logistiques : risque de rupture de stocks, délais d'attente sur les prestations logistiques, temps de réaction face aux aléas ; patients : satisfaction du patient, délai d'attente... ; financiers : intégration de la tarification à l'activité...) la mise en place d'une suite logicielle globale pour la Supply Chain Hospitalière prenant en compte tous les flux (Chabrol et al, 2006) est nécessaire.

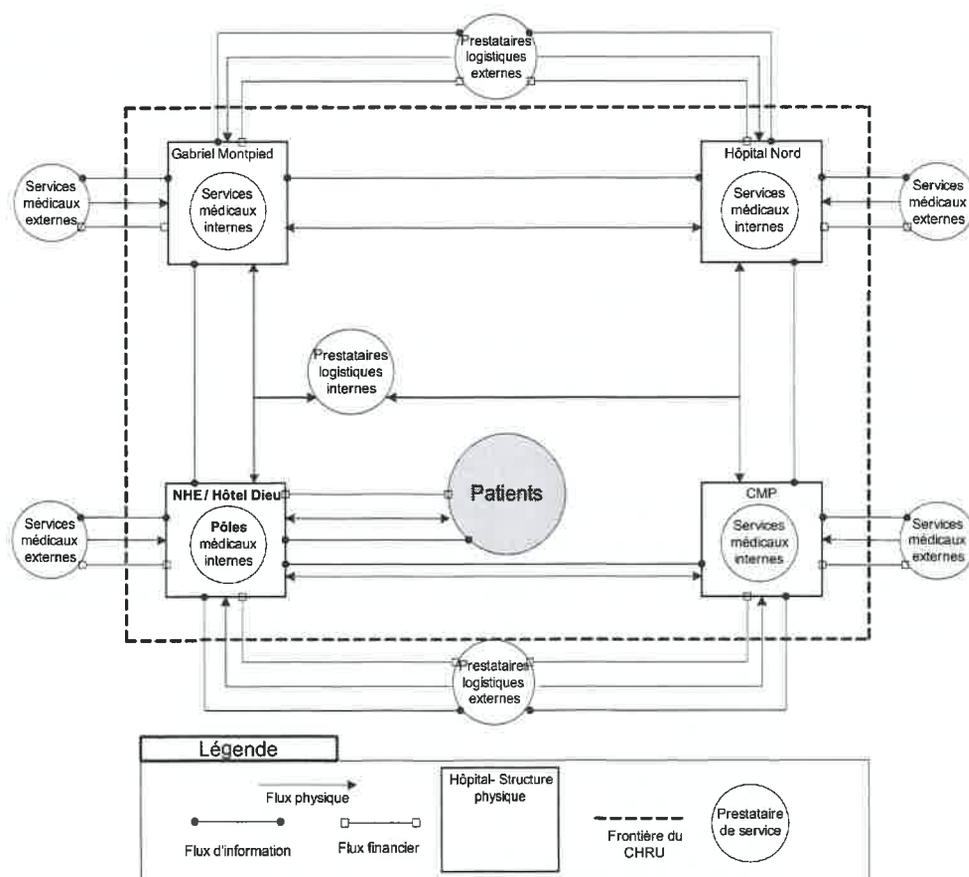


Figure 1 : La Supply Chain du NHE.

Le processus de modélisation de la Supply Chain du NHE utilisé par les équipes de l'atelier pour créer l'outil d'aide à la décision du futur Hôpital est également utilisé pour véhiculer le changement dans les différentes unités de soins.

2.2 L'atelier de modélisation : objectifs, moyens et compétences mis en place

La particularité et l'ambition de ce projet de modélisation des flux du futur hôpital sont d'analyser et de simuler l'ensemble des secteurs de l'hôpital. Cette approche complète devra mettre en place toutes les interactions entre secteurs pour obtenir, au delà des organisations spécifiques une régulation de l'ensemble des prestations liées au patient. Le NHE virtuel devient alors un outil formidable d'expérimentation de toutes les hypothèses d'organisations envisageables et cela, avant même sa mise en service réelle. La conception des modèles et des simulations, devra permettre de faire de ces outils d'études des outils permanents d'aide à la décision. Chaque cadre responsable d'un secteur du NHE pourra, après mise en service de l'hôpital, adapter son organisation et ses moyens, à court ou moyen terme, à des variations prévisionnelles d'activité. En parallèle, le projet de modélisation des flux du NHE constitue un outil de management du changement car il informe, sensibilise et implique les acteurs dans la conception de leur travail dans le futur hôpital. Pour réaliser ce projet un partenariat a été signé entre le CHU et l'IUP Management et Gestion des Entreprises de l'Université d'Auvergne soutenu par l'équipe Modélisation et Aide à la Décision du LIMOS (Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes). L'équipe projet, composée de 17 personnes en 2005, est constituée de personnels hospitaliers, d'enseignants-chercheurs et d'étudiants d'origines diverses (logistique, management, informatique). Le projet est abordé simultanément sous 3 facettes : la modélisation du NHE (intégrant les importantes modifications structurelles et organisationnelles), la recherche d'outils informatiques performants pour concevoir les simulations nécessaires et la réalisation d'un support de travail pour les échanges avec les hospitaliers (version 3D des simulations, recueil de la connaissance) permettant la sensibilisation et l'implication des acteurs dans le nouvel hôpital.

Dans la section suivante, nous positionnons le projet de modélisation des flux du NHE face aux différentes approches de la littérature.

3. Etat de l'art

Quelle que soit la SCH étudiée, ses problèmes sont classifiés selon trois niveaux temporels (Ballou, 1992) : (i) Le niveau stratégique correspond aux problèmes de conception et de construction du réseau de la SCH ; (ii) Le niveau tactique correspond à l'utilisation du réseau, et à l'adéquation ressources/besoins ; (iii) Le niveau opérationnel concerne le pilotage de la SCH à court terme. Ces différents horizons demandent des niveaux de granularité différents dans toute

étude de modélisation réalisée pour construire des outils d'aide à la décision. Il est intéressant de coupler la vision temporelle avec les différents types de modélisation et de simulation envisageables sur les SCH. Pour ce faire, nous reprenons les approches dégagées dans Chabrol *et al.*, 2006. Ainsi, dans le cadre d'une approche de modélisation par les flux, trois approches se distinguent : modélisation macroscopique, mesoscopique, et microscopique. Le tableau 2 montre que l'on peut coupler ces trois approches avec les différents horizons temporels. Les différents types de problèmes rencontrés lors de la modélisation de la SCH sont ainsi caractérisés dans le tableau 2 à l'aide d'un exemple tiré de la littérature. Sorties de leur contexte d'application, ces approches sont difficilement réutilisables, ou adaptables à ceux-ci. L'étude approfondie de la littérature montre une relative pauvreté des approches de modélisation formelle de processus et de simulation dans le cadre des SCH. De plus, les approches présentées ne concernent souvent qu'une partie du processus de modélisation, que nous considérons constitué de cinq étapes consécutives : compréhension du système, constitution du modèle de connaissance, élaboration du modèle d'action, analyse des résultats et prise de décision (Tchernev 1997). Ainsi, l'approche présentée dans Ducq *et al.*, 2004 permet uniquement la constitution de modèle de connaissance. Les approches présentées par Combes, 1994 et par Moreno *et al.*, 2001 permettent d'extrapoler l'utilisation de la simulation comme modèle d'action pour le flux patient quel que soit le contexte hospitalier. Cependant, aucune des approches ne permet l'intégration d'éléments du flux financier. Les travaux de Brender 1999 et de Lenz *et al.*, 2004 constituent une base d'outils opérationnels de pilotage mais leurs approches sont difficilement généralisables. D'autres approches intéressantes proviennent de l'utilisation de méthodes développées pour les Supply Chains industrielles. Dans cet esprit, Artiba *et al.*, 2004 justifie conceptuellement l'utilisation des méthodes ALIX et MECI au cas des systèmes hospitaliers sans intégrer ni éléments de flux financier, ni éléments managériaux. Abouïssa *et al.*, 2003 propose d'utiliser UML, les réseaux de Petri et un système multi agents pour les systèmes hospitaliers mais l'approche présentée n'intègre pas la performance économique et se limite au modèle de connaissance. Moreno *et al.*, 2001 utilise la méthodologie KADS et l'applique au cas des systèmes hospitaliers ; cependant, le thème de l'étude, qui porte sur les processus managériaux de l'hôpital n'est pas caractéristique de la complexité des flux dans la SCH, et se retrouve dans toute organisation fonctionnelle. Galland *et al.*, 2003 propose, à partir d'un état de l'art sur les méthodologies de modélisation, une modélisation des réseaux de type Supply Chain centrée sur une analyse systémique et une approche multi-agents. La démarche proposée, pertinente pour les système de type Supply Chain, ne contient pas une vue orientée flux financier, et s'arrête à la modélisation de la connaissance.

	Macroscopique	Mésoscopique	Microscopique
Stratégique	Conception de SCH Ex : Conception d'une SCH Abouïssa <i>et al.</i> , 2003	Conception de processus Ex : Conception du processus d'approvisionnement, Lapierre et Ruiz, 2004	Conception d'activité Ex : Conception de l'activité Approvisionner en pansements Van Donk., 2003
Tactique	Configuration de SCH Ex : Planification des ressources en fonction des besoins pour l'ensemble de la SCH Brigl <i>et al.</i> , 2004	Configuration de processus Ex : Planification du processus opératoire, Guinet et Chaabane 2004	Configuration d'activité Ex : Détermination des ressources pour l'approvisionnement en pansements, Syi <i>et al.</i> , 2002
Opérationnelle	Pilotage de SCH Ex : Gestion des interactions entre les différents aléas sur l'ensemble de la SCH Lanzola <i>et al.</i> , 1999	Pilotage de processus Ex : Modification des planning du processus opératoire en fonction d'aléas (Urgences...) Doheny <i>et al.</i> , 1996	Pilotage d'activité Ex : Ajustement journalier du personnel infirmier en fonction des aléas pour l'activité anesthésie. Bard <i>et al.</i> , 2005

Tableau 2 : Le couplage horizons temporels et approches de modélisation.

Une analyse des méthodes et outils utilisés pour le domaine de la Supply Chain par Hongwei *et al.*, 2005 montre le caractère spécifique des approches existant dans la littérature et l'existence d'un besoin pour un environnement de modélisation et de simulation de la Supply Chain, qu'elle soit industrielle, ou hospitalière. Les modèles présentés précédemment constituent des approches trop abstraites pour être instanciées sur la classe des Supply Chains, ou sont uniquement conçus pour un problème spécifique.

Une étude de différentes méthodes de gestion du changement existant en Sciences de Gestion (Luc et Rondeau, 2002) montre également qu'il n'existe pas de méthode, lors d'une phase de reengineering des processus, combinant à la fois modélisation des processus et orientation des comportements. Les auteurs proposent un modèle permettant l'orientation du comportement lors d'un changement organisationnel. Ce modèle est constitué de 5 phases qui orientent les comportements des acteurs vers l'acceptation du changement. Dans la première phase, les managers sensibilisent les acteurs de la nature des changements à venir. Dans la deuxième phase, les acteurs, par le biais de diverses actions, sont impliqués dans les nouveaux processus (proposition...). Dans les phases d'habilitation et d'intégration, les acteurs s'approprient le changement. Dans la dernière phase, les acteurs acceptent le changement.

Nous présentons dans la section suivante une approche conceptuelle générique pour la modélisation des Supply Chain Hospitalières combinant à la fois les objectifs d'aide à la décision et d'orientation des comportements. La capacité à conjuguer ces deux aspects dans une même méthodologie constitue selon Anthony (1988) un outil pour le management des organisations humaines. Nous donnons l'état de son implantation sur la Supply Chain Hospitalière du Nouvel Hôpital d'Estaing dans la dernière section.

4. Une méthodologie de modélisation des supply chains hospitalières

Tout en présentant la partie « informatique » de la méthodologie retenue pour la modélisation des SCH (Chabrol et al., 2005), nous voulons montrer dans cette section les apports engendrés par le métissage de la méthodologie de modélisation avec l'intégration d'objectifs managériaux dans le processus de modélisation d'un système du domaine. Dans un premier temps, nous présenterons la méthodologie de modélisation pour les SCH, puis dans un deuxième temps, l'utilisation d'un processus de modélisation qui intègre de manière opérationnelle une dimension managériale.

4.1 La méthodologie de modélisation

La démarche méthodologique ASCI (Analyse, Spécification, Conception, et Implantation) (Gourgand et Kellert, 1991) issue des travaux de modélisation du LIMOS sur les systèmes complexes (Système de trafic urbain, système de production de biens et services, systèmes hospitaliers...) est enrichie d'une posture épistémologique propre aux sciences humaines et sociales de manière à intégrer une dimension managériale dans le processus de modélisation d'un système. C'est par l'introduction du concept d'ontologie, que nous proposons de lier positionnement épistémologique issu des sciences humaines et sociales et méthodologie de modélisation. En effet, l'ontologie d'un domaine permet de connaître l'ensemble des concepts propre au domaine, de les relier par induction comme par déduction aux types de problèmes traités. La démarche ASCI (instanciée sur le domaine des SCH, figure 2) propose une démarche générique, une sorte de pattern (indépendant du domaine étudié), qui permet de constituer le modèle générique de connaissance de cette classe de système, obtenu pendant les étapes d'analyse et de spécification à l'aide des similitudes entre les systèmes appartenant au domaine (Chabrol *et al.*, 2006), et de réaliser la bibliothèque de composants logiciels pour une famille de problèmes pendant les phases de conception et d'implantation.

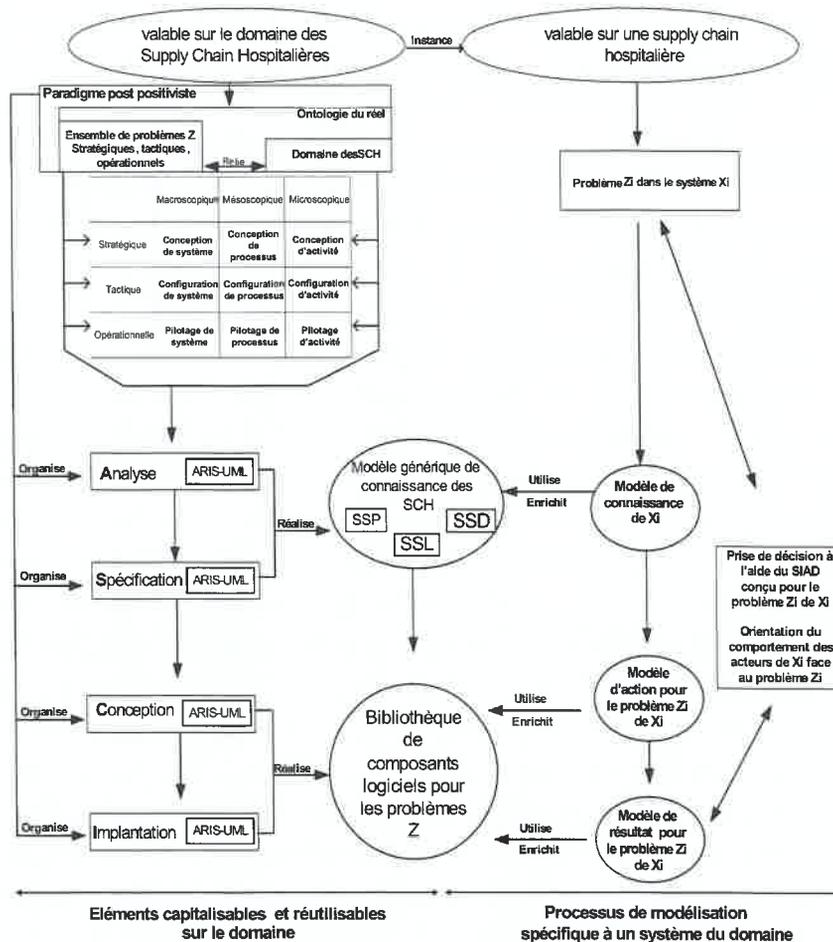


Figure 2 : Une méthodologie de modélisation pour les Supply Chain Hospitalières.

Le modèle de connaissance d'un système est une formalisation dans un langage naturel ou graphique de la structure du fonctionnement de ce système. Le modèle de connaissance générique pour une classe de système (un domaine) se décompose en trois sous systèmes : (i) le sous-système physique (SSP) qui est constitué de l'infrastructure du système ; (ii) le sous-système logique (SSL) qui représente toutes les entités de flux (financiers, humains, matériels, informationnels) ; (iii) le sous-système décisionnel (SSD) qui contient les règles de gestion et de pilotage des moyens physiques et agit sur les sous-systèmes logique et 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. La bibliothèque de composants logiciels et ce modèle de connaissance générique sont ensuite exploités par exemple pour la construction d'un système d'aide à la décision pour un système particulier de cette classe de systèmes. A partir de cette démarche méthodologique, la construction et l'exploitation du modèle de connaissance d'un système spécifique et de modèles d'action (programmes

informatiques dédiés au système) dans un contexte d'aide à la conception et à la décision sont appelées processus de modélisation.

Les principales productions obtenues par l'utilisation de la méthodologie de modélisation portent, au premier abord sur les éléments constituant le modèle de connaissance du domaine, réutilisables pour tout système du domaine, mais aussi sur les éléments de la bibliothèque de composants logiciels, réutilisables pour tout problème de même type sur le domaine. Les systèmes d'information et d'aide à la décision produits pour un système du domaine (instanciation), mais aussi les méthodes utilisées pour produire ces objets (formalismes, méthodologie de modélisation...) constituent également des objets issus de ASCI. La figure 2 présente cette démarche instanciée sur le domaine des SCH en intégrant le positionnement de recherche (paradigme) tenu par l'expert en modélisation, puisque suivant les domaines, l'acquisition et la capitalisation de la connaissance peuvent se réaliser de manière inductive (paradigme constructiviste), déductive (paradigme positiviste) ou mixte (paradigme pragmatique) (Tashakori et Teddi, 1998). Comme la classe de système étudiée est constituée d'organisations humaines complexes, le recours au positionnement de l'expert en modélisation est nécessaire pour concevoir une méthodologie de modélisation intégrant à la fois problèmes d'aide à la décision et problèmes d'orientation des comportements. Le positionnement post positiviste retenu signifie que face aux différents problèmes posés par une SCH, les solutions proposées par les experts en modélisation, neutres par rapport à l'organisation et aux acteurs, sont issues de la réflexion et de l'observation et non construites par un acteur du système. Le comportement des acteurs est également considéré comme probabiliste ou probabilisable. Les solutions sont ensuite testées sur un système de la classe. La confrontation des concepts et des modèles sur un système de la classe permet d'enrichir les différents objets proposés par les experts en modélisation. Nous proposons d'utiliser ARIS couplé avec une vue UML pour décrire le modèle conceptuel d'une Supply Chain Hospitalière (Chabrol et al., 2005). Le concept ARIS fournit ainsi un cadre dans lequel les systèmes d'information intégrés peuvent être développés et la transposition de ces systèmes décrites. ARIS est un outil orienté modélisation des processus (Green et al., 2000) et évaluation des processus (attributs de coût pour un processus).

Dans le paragraphe suivant, nous proposons l'intégration d'objectifs managériaux dans le processus de modélisation d'un système.

4.2 Le processus de modélisation d'un système

Nous reprenons (cf. figure 3) le processus de modélisation d'un système (Tchernev 1997) en spécifiant les différentes étapes à l'aide du formalisme ARIS, en intégrant tout au long du déroulement du processus les différents composants provenant de l'étude du domaine, mais également en y ajoutant une vue managériale pour l'orientation des comportements (Anthony, 1988). L'approche managériale du changement est directement issue de celle proposée par Luc et

Rondeau, 2002. Le modèle de connaissance d'un système peut exister soit dans l'esprit des acteurs de ce système (modèle mental), soit sur un support (modèle communicatif : dessin, papier, support informatique...). Ainsi, lorsque le modèle de connaissance d'un système complexe organisationnel n'a jamais été réalisé, il est envisageable de réaliser une première ébauche à l'aide d'entretiens qualitatifs, puis de la valider sous forme d'études quantitatives. Lorsque le système existe, on parlera de modélisation *a posteriori*, ou *ex post*, et la constitution du modèle de connaissance s'apparente dès lors à une étude de reengineering des processus (Hammer et Champy, 1995). Le modèle d'action (Gourgand et Kellert 1991) est une traduction partielle ou complète du modèle de connaissance (en fonction des objectifs et des hypothèses simplificatrices de la méthode utilisée) :

- dans un langage de programmation (langage général de simulation),
- et/ou dans un formalisme mathématique (modèles d'optimisation).

La construction et l'exploitation du modèle de connaissance et du modèle d'action d'un système dans un contexte d'aide à la conception et à la décision constituent le processus de modélisation. Ce processus est itératif. Il est composé de cinq étapes consécutives afin de pouvoir évaluer et interpréter les résultats de l'étude, et de déduire les actions sur le système réel. La chaîne de valeur de la figure 3 montre l'arborescence des cinq étapes du processus de modélisation adopté, et leur enchaînement : (i) analyse du système et les acteurs (formulation du problème, sensibilisation des acteurs...) ; (ii) spécification du système (modèle de connaissance du système validé, implication des acteurs...) ; (iii) conception et implantation des modèles d'action (modèle d'action vérifié...) ; (iv) conception et implantation de modèles de résultats (tableaux de bords validés, intégration du changement) ; (v) analyse des résultats et prise de décisions (outil d'aide à la décision validé et accepté, acceptation du changement...) ... Ces 5 étapes produisent une succession d'éléments, qui sont soit de nature informatique, soit de nature managériale, soit de nature mixte, et permettent la construction d'un outil d'aide à la décision tout en véhiculant le changement et son acceptation dans l'organisation. La figure 3 présente comment intégrer orientation des comportements des acteurs et aide à la décision dans les objets produits par les différentes étapes du processus de modélisation d'un système

Dans la section suivante, nous exposons la démarche et les outils utilisés pour l'étude d'une SCH, celle du Nouvel Hôpital Estaing à partir de la méthodologie de modélisation présentée précédemment. Nous présentons ainsi une instanciation du processus de modélisation sur le système NHE.

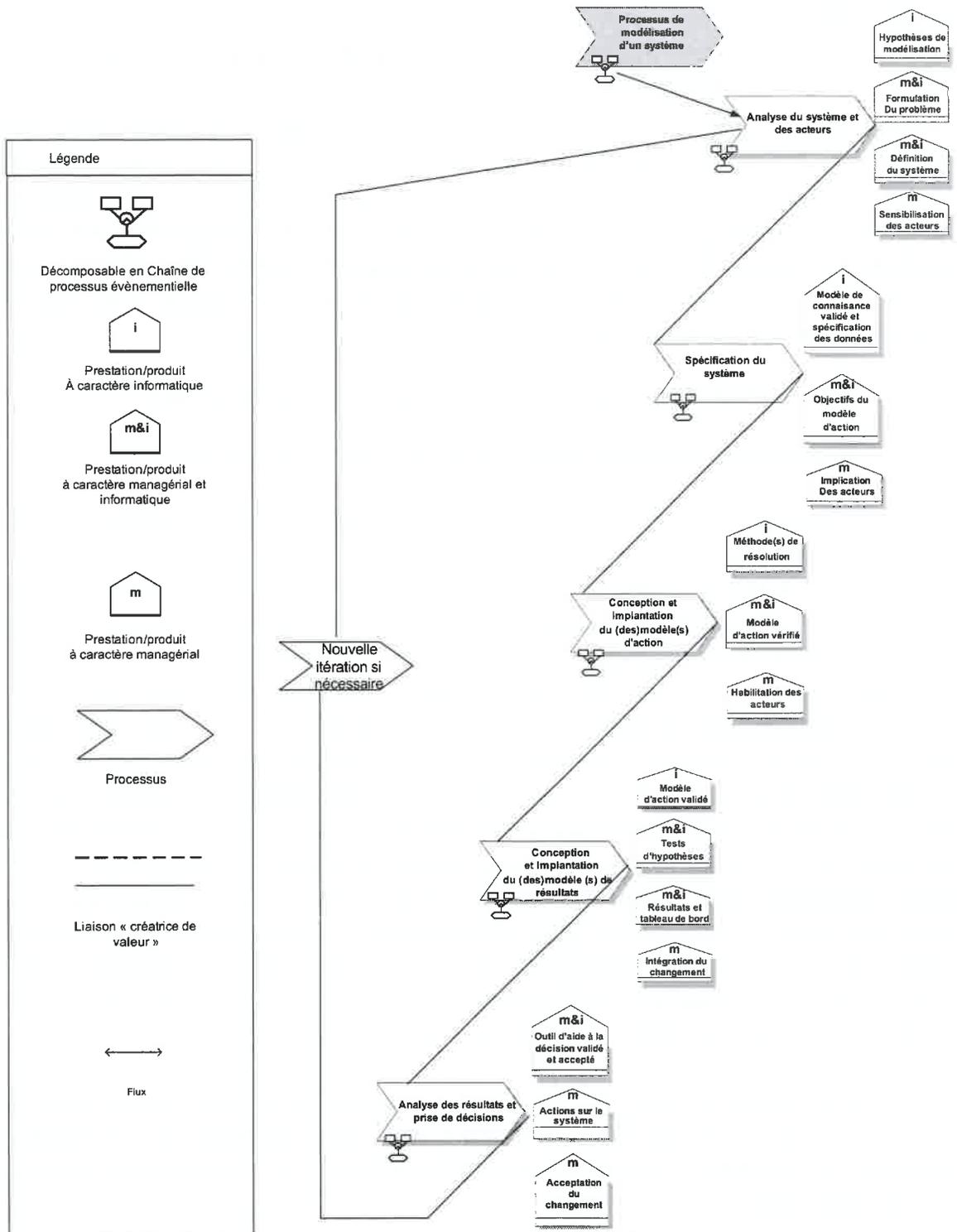


Figure 3 : Le processus de modélisation d'un système du domaine : aide à la décision versus orientation des comportements.

5. Application de la méthodologie de modélisation pour le NHE

Dans le premier paragraphe, nous présentons l'environnement de modélisation baptisé ASCI-SCH. Nous présentons dans le deuxième paragraphe l'état de son implantation réalisé par les différentes équipes de l'atelier de modélisation pour le NHE et montrons les résultats d'un point de vue d'aide à la décision comme d'un point de vue d'orientation des comportements pour la modélisation et la simulation des flux logistiques, puis pour la simulation des flux patients de la Supply Chain du NHE.

5.1 L'environnement ASCI-SCH

L'environnement ASCI-SCH comprend (figure 4) :

- Un système d'évaluation des performances, noyau de l'environnement. La couche d'évaluation des performances permet l'élaboration d'un ou plusieurs modèles d'action en fonction des objectifs de la modélisation. SIMAN V et WITNESS sont indifféremment utilisés comme noyau de l'environnement logiciel. L'approche PREVA (Chabrol *et al.*, 2005) permet ainsi la constitution de modèles d'action dont les objectifs sont centrés sur la création de valeur, comme la satisfaction du patient.
- Une couche aide à la décision, constituée par l'approche SCOPE (Supply Chain Operational Performance Evaluation) (Féniès *et al.*, 2004) qui permet la construction et l'implantation de tableaux de bord prospectifs comme outils d'aide à la décision pour l'orientation des comportements pour la Supply Chain Hospitalière.
- Une couche entrepôt de données qui permet l'accès et le stockage des données nécessaires aux outils appartenant aux différentes couches de l'environnement.
- Une couche recherche opérationnelle qui permet le pilotage opérationnel du système en fonction de critères financiers et physiques (la planification des blocs...).
- Une couche statistique, qui permet l'analyse et le traitement des données existantes (prévisions de charge, courbes d'apprentissage) ainsi que l'étude des résultats obtenus par le noyau de l'environnement.
- Une couche outils graphiques et animation, qui permet d'animer en 3D avec MANTRA 4D le fonctionnement du modèle de système étudié. Cette couche outil graphique 3D est très importante pour impliquer les acteurs dans le changement organisationnel.

- Une couche méthodes d'analyse et de spécification et outils de spécification qui reprend les méthodes et outils et décrit la structure et le fonctionnement de la Supply Chain Hospitalière (ici constitués des outils et formalismes ARIS et UML).
- Une couche méthodologie de modélisation du domaine que nous avons présentée dans la section précédente.

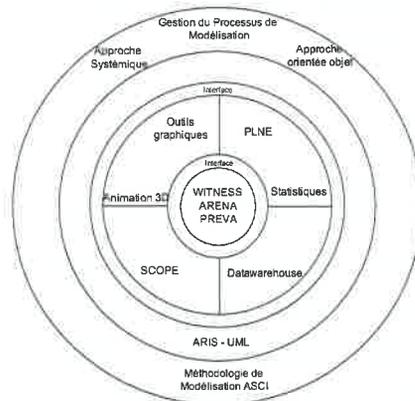


Figure 4 : L'environnement de modélisation ASCI-SCH pour l'évaluation des performances.

5.2 Etat d'implantation de l'environnement ASCI-SCH au Nouvel Hôpital d'Estaing

La mise en œuvre de ASCI-SCH pour la modélisation des flux du NHE a déjà permis de montrer, par la construction du modèle de connaissance avec ARIS de l'actuel Hôtel Dieu (HD), la problématique et l'enjeu de la modélisation des flux pour l'aide à la décision. Un des aspects importants pour l'orientation des comportements est de permettre une visualisation 3D des résultats obtenus (figure 5), à l'aide des modèles 2D retranscrits dans divers états de résultats (tableau de bord). La visualisation 3D permet de convaincre les soignants de la faisabilité de telle ou telle solution, surtout lorsqu'ils ont été impliqués dans sa modélisation. Le résultat du processus de modélisation ainsi constitué est double : l'outil d'aide à la décision est légitimé et accepté (car réalisé avec les soignants et pour les soignants) et le changement est accepté. Le projet de modélisation de l'ensemble des flux a comme objectif d'apporter une aide à la décision mais aussi l'orientation des comportements. Nous reprenons ainsi les deux chantiers actuels réalisés (*i.e* le modèle de l'unité générique de soins pour la simulation des pôles de soins du NHE, le projet de modélisation et de simulation des flux logistiques du NHE) et montrons pour chacun les résultats obtenus aussi bien pour l'orientation des comportements des acteurs que pour l'aide à la décision pour les managers hospitaliers. Les deux paragraphes suivants détaillent ainsi le processus de modélisation sur ces deux « chantiers ». La figure 5 présente le processus de modélisation global suivi par l'atelier de modélisation pour la conception des briques logicielles pour le projet NHE.

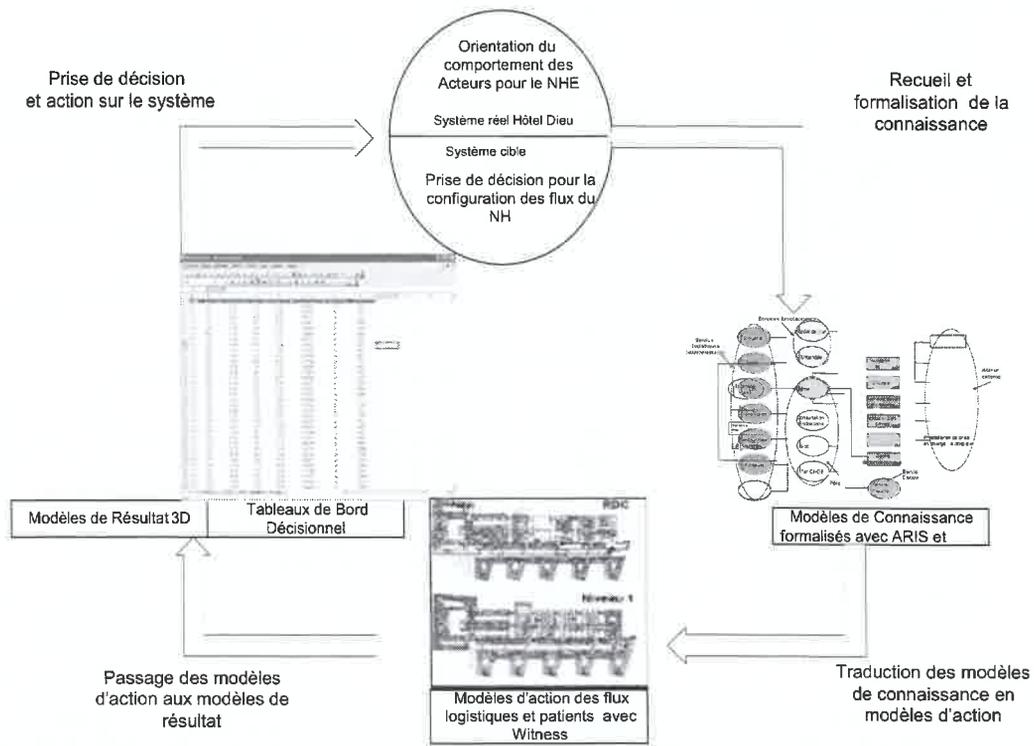


Figure 5 : Une même approche pour l'orientation du comportement des acteurs de L'Hôtel Dieu et la configuration des flux du NHE.

5.3 Exemple d'implantation de l'environnement ASCI-SCH sur les flux logistiques du Nouvel Hôpital d'Estaing

Le recueil de la connaissance et la modélisation sont effectués à partir d'entretiens individuels et collectifs sur les processus de l'hôpital actuel (l'Hôtel Dieu). Les acteurs analysent les processus pour identifier les changements à opérer en vue du NHE. Les processus de l'hôpital actuel et du futur hôpital sont modélisés avec ARIS pour la partie métier et avec UML pour la partie objet. Les processus modélisés avec ARIS permettent de dialoguer avec les acteurs pour visualiser les modifications d'organisation. La figure 6 présente quelques modifications majeures sur l'organisation de la logistique hospitalière. Ces modifications d'organisation peuvent être regroupées en 4 thèmes : (i) changement de structure (les pavillons actuellement éparpillés sur le site de l'Hôtel Dieu seront remplacés par un seul bâtiment composé de 4 niveaux au NHE, facilitant les flux logistiques et diminuant les parcours des courses) ; (ii) l'introduction de nouvelles technologies (la distribution des flux sera optimisée grâce au recours à des code-barres, voire à des puces, le recours à un système de pneumatique pour la distribution des médicaments est à tester); (iii) la recherche de rationalisation des flux (aucune

unité de production ne sera présente dans le bâtiment du NHE) ; (iv) une gestion des stocks différente avec l'introduction du système plein/vide.

Le tableau 3 présente une synthèse de la mise en œuvre du processus de modélisation pour l'aide à la décision et l'orientation des comportements dans la Supply Chain du NHE.

Etat d'avancement	Etape du processus de modélisation	Outils et Méthodes	Aide à la décision	Management du changement
Fait	Analyse du système et des acteurs	20 Entretiens semi directs et 1 Entretien de groupe Méthode de travail participative « Equipe/Personnel »	Recueil de la connaissance et quantification de l'activité logistique du futur hôpital	Impliquer les acteurs logistiques
Fait	Spécification du comportement du système	Formalisation de la connaissance recueillie avec ARIS et UML	Constitution d'un modèle de connaissance des flux logistiques du NHE à partir des entretiens et du modèle générique des SCH	Validation de l'organisation à venir auprès du personnel logistique
Fait	Conception et Implantation de modèle d'action	Modèle de Simulation Witness couplé avec Mantra 4d	Modèle générique pour les destinations intégrant le routage des items et leur inventaire	
En cours	Conception et Implantation de modèle de résultat	Constitution de tableaux de bords et d'animation 3D avec Mantra 4D. « Animation de la trace ». Echanges avec les acteurs	Tests de différents scenarii organisationnels (Simuler une traçabilité RFID, Simuler un fonctionnement global en plein / vide...)	Les aspects 3D ludiques convainquent les acteurs, ou / et les amènent à suggérer des améliorations organisationnelles ; La légitimité de l'atelier (scientifiques « neutres ») doit convaincre de la performance d'une logistique dans laquelle les soignants n'interviennent pas
En cours	Prise de décision et action sur le système	Echanges avec les acteurs	Validation de l'outil d'aide à la décision Utilisation de ce dernier pour la planification des activités logistiques	Acceptation du changement (Réfèrent logistique par pôle, concentration de l'activité des soignants sur les soins). Acceptation de l'outil d'aide à la décision. Utilisation de ce dernier pour la fixation d'objectifs managériaux

Tableau 3 : Instance du processus de modélisation pour la constitution de l'outil d'aide à la décision pour l'organisation logistique du NHE.

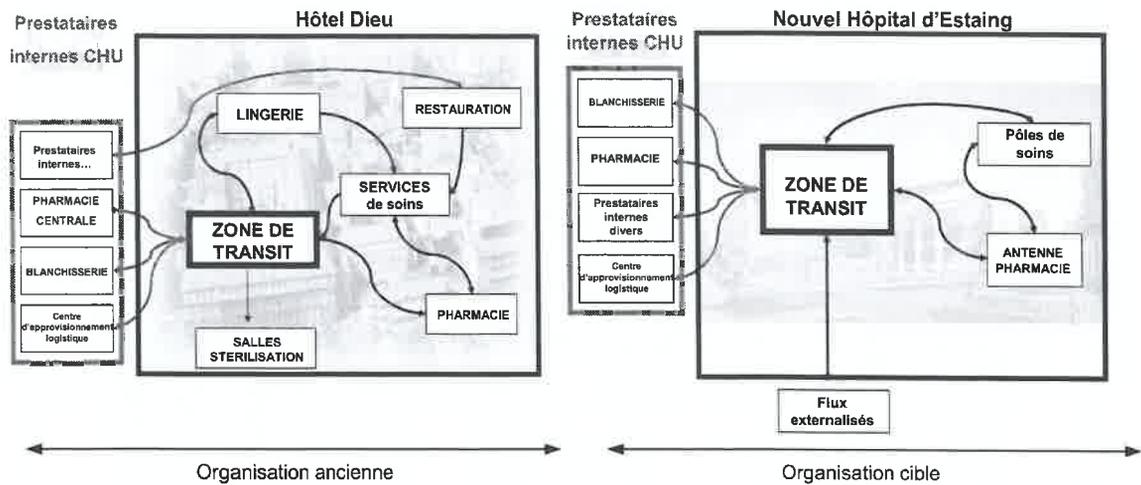


Figure 6 : Passage de l'Hôtel Dieu au Nouvel Hôpital d'Estaing.

5.4 Exemple d'instanciation de l'environnement de modélisation ASCI-SCH pour la construction de briques logicielles pour la modélisation et la simulation des unités de soins du NHE.

Dans le cadre de la conception des systèmes d'aide à la décision du NHE, une étude est menée sur la modélisation d'une unité de soins. L'analyse a comme principal objectif de comprendre et modéliser les processus de la SCH au niveau le plus détaillé. Pour parvenir à concevoir les contours d'une unité générique de soins du NHE, experts hospitaliers et chercheurs en modélisation se sont focalisés sur le futur pôle digestif. A partir d'une unité générique de soins conçue à l'aide des agents hospitaliers du pôle digestif, par extrapolation, selon la figure 6, l'ensemble des pôles du futur NHE pourra être modélisé et le fonctionnement de la future SCH simulé.

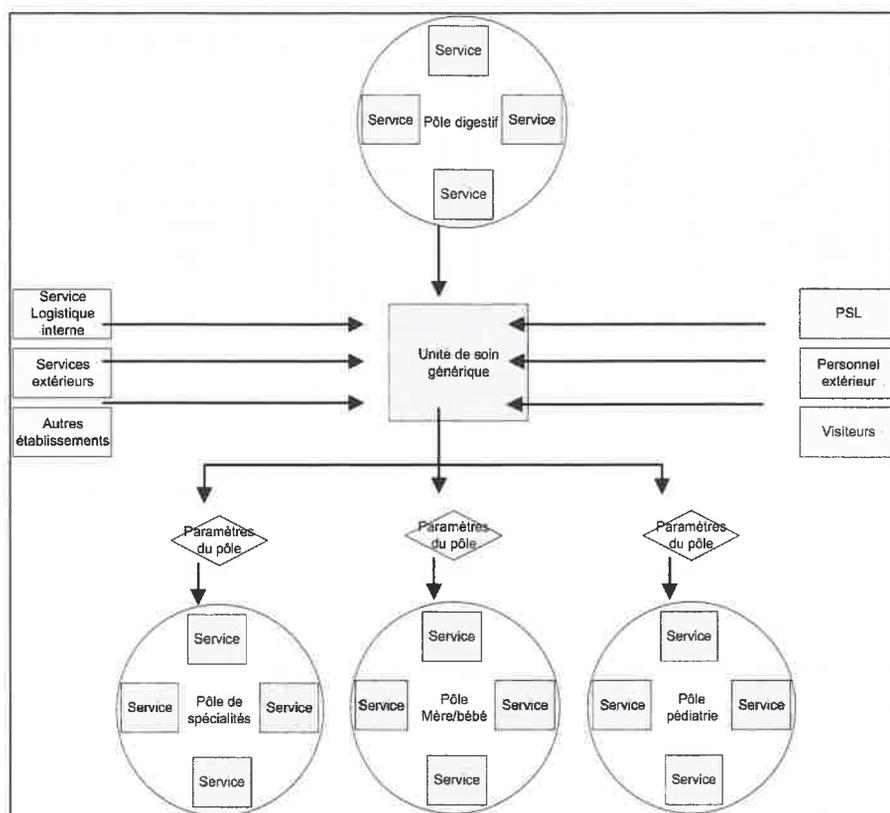


Figure 6 : L'utilisation du modèle générique d'une unité de soins.

Recueillir l'information sur le fonctionnement actuel est une nécessité pour concevoir le futur fonctionnement des unités de soins. A cet effet, un protocole de recherche a été constitué de deux études qualitatives menées successivement : (i) à l'aide d'entretiens qualitatifs individuels semi directifs (56 entretiens) avec l'ensemble des chefs de services de l'actuel Hôtel Dieu et des cadres de santé, une première étude a permis de positionner et de déterminer les processus traversant l'unité de soins dans la SCH (Chauvet et *al.*, 2005) ; (ii) à l'aide d'entretiens de groupe avec les acteurs du futur pôle digestif, une deuxième étude, présentée a permis (Féniès et Tchernev, 2005) de faire émerger le modèle de connaissance de l'unité générique de soins du futur NHE.

A partir de ce recueil de connaissance, une spécification logicielle de l'unité générique de soins a été proposée et instanciée sur plusieurs unités de soins du NHE. Des briques logicielles pour l'aide à la décision, mais aussi pour l'orientation des comportements, ont ainsi été développées (Comelli *et al.*, 2006).

Le tableau 4 présente la synthèse de la mise en œuvre de l'environnement de modélisation d'un point de vue d'aide à la décision comme du point de vue du management du changement.

Etat d'avancement	Etape du processus de modélisation	Outils et Méthodes	Aide à la décision	Management du changement
Fait	Analyse du système et des acteurs	56 Entretiens qualitatifs auprès des chefs de services et cadres de santé +16 entretiens de groupes successifs auprès du personnel hospitalier de plusieurs unités de soins différentes du futur pôle digestif. Méthode de travail participative « Equipe/Personnel »	Recueillir l'information sur les processus de l'actuel Hôtel Dieu pour comprendre son fonctionnement ; prendre en compte très précisément l'état actuel du système d'origine pour construire le système cible. Imaginer des hypothèses de travail pour l'organisation en pôle	Maintenir la projection du personnel dans le fonctionnement futur entamé par le travail des plans. Reengineering des processus centré sur le travail dans les futurs pôles pour dégager la culture de pôle et l'envie de travailler à plusieurs.
Fait	Spécification du comportement du système	Formalisation de la connaissance recueillie avec ARIS et UML	Constitution du modèle de connaissance global des flux de l'Hôtel Dieu orienté NHE et du modèle conceptuel d'une unité générique de soins	Validation de l'organisation à venir auprès du personnel
En cours	Conception et Implantation de modèle d'action	Simulation de l'activité du personnel centrée patient avec Witness	Constitution d'une brique logicielle paramétrable et instanciable pour chaque unité de soin de chaque pôle.	
En cours	Conception et Implantation de modèle de résultat	Constitution de tableaux de bords et d'animation 3D Echanges avec les acteurs	Tests de différents scénarii organisationnels (modification de la charge de soins, épidémie massive, tarification à l'activité...)	Les aspects 3D ludiques convainquent les acteurs, ou / et les amènent à suggérer des améliorations organisationnelles
A faire	Prise de décision et action sur le système	Echanges avec les acteurs	Validation de l'outil d'aide à la décision Utilisation de ce dernier pour la planification des activités de soin	Acceptation du changement Acceptation de l'outil d'aide à la décision. Utilisation de ce dernier pour la fixation d'objectifs managériaux

Tableau 4 : Instance du processus de modélisation pour la constitution d'outils d'aide à la décision pour l'organisation des pôles de soins.

Les hospitaliers (personnels soignants, personnels administratifs) sont impliqués dans la partie orientation des comportements. Les différents outils utilisés (Witness, ARIS, UML,...) sont transparents pour les acteurs hospitaliers et constituent une boîte noire. L'articulation entre les différents outils de modélisation et de simulation est gérée par les acteurs de l'atelier de modélisation. Le processus de modélisation d'un système, issu de la méthodologie de modélisation, permet de lier les différentes parties du projet entre elles.

6. Conclusion

Dans cet article, nous avons proposé une méthodologie de modélisation et de simulation pour la prise de décision et le management du changement dans la Supply Chain Hospitalière. Nous avons présenté l'état de son implantation au NHE. Cette approche pluridisciplinaire, couplant à la fois aide à la décision et orientation des comportements ouvre des perspectives

« terrains » comme conceptuelles au domaine de la modélisation d'entreprise. En effet, la modélisation des processus d'entreprise était présentée jusqu'à présent comme un outil préparatoire aux programmes informatiques permettant l'aide à la décision. Utiliser la simulation et la modélisation d'entreprise comme outils de management du changement, comme « preuve à conviction » pour les acteurs, à l'aide d'une approche 3D de la faisabilité de décisions organisationnelles difficiles ouvre des perspectives de collaboration avec d'autres champs disciplinaires issus des Sciences Humaines et Sociales. La conception et l'utilisation d'un résultat 3D des simulations n'apportent rien en terme d'aide à la décision sur les domaines étudiés, mais cette couche supplémentaire de développement est une pièce maîtresse du projet de modélisation des flux du NHE en terme de lien et de communication avec le personnel hospitalier. Ce ne sont pas des graphiques ou tableaux de chiffres qui permettent le dialogue et donc la participation au sein de ce milieu. Le soin et l'amélioration de sa qualité doivent être « visibles » pour convaincre. Les changements dans la vie d'un service sont à visualiser de manière très concrète avec un niveau de détail le plus fin possible. La construction, même virtuelle, du nouvel hôpital ne peut se faire que par les acteurs concernés. L'équipe modélisation n'est là que pour réaliser le film de ce que le personnel hospitalier envisage de faire. Mais, comme dans le tournage d'un film, il va falloir refaire plusieurs fois certains plans (les simulations) si l'on veut obtenir un résultat satisfaisant. Le scénario posé parle du passage des patients à l'hôpital mais également de la vie du personnel qui le prend en charge. Ce scénario, c'est la description de l'organisation future envisagée. Le tournage, c'est le projet modélisation qui plante le décor, lit le scénario et dialogue en permanence avec les acteurs. Le résultat, la « première », ce sera en 2009, à l'ouverture du NHE. Les auteurs remercient l'atelier de modélisation du CHU de Clermont-Ferrand ainsi que Clermont Communauté pour son soutien financier.

7. Bibliographie

- Abouïssa H., Nicolas J.C., Benasser A., Cherkouk N., 2003. Systèmes Multi Agent et réseaux de Petri pour la modélisation et l'Evaluation des Performance des Systèmes hospitaliers, *In 1 ère conférence francophone en Gestion et Ingénierie de Systèmes Hospitaliers (GISEH)*, Lyon.
- Anthony R.N., 1988. The management control function, Boston, Harvard Business School Press.
- Artiba A., Briquet M., Colin J., Dontaine A., Gourc D., Pourcel C., Stock R., 2004. Modélisation d'établissement de santé. *In 2e conférence francophone en Gestion et Ingénierie de Systèmes Hospitaliers (GISEH)*, Mons.
- Ballou R., 1997. Business Logistics Management, Prentice-Hall Inc Englewood Cliffs, New Jersey.
- Bard J.F., Purnomo H.D., 2005, Preference scheduling for nurses using column generation. *European Journal of Operational Research (EJOR)* 164.
- Brender J., 1999. Methodology for constructive assessment of IT based systems in an organisational context. *International Journal of Medical Informatics* Vol 56.

- Brigl B., Ammenwerth E., Dujat C. Gräber S., Grosse A., Häber A., Jostes C., Winter A., 2004. Preparing strategic information management plans for hospitals: a practical guideline SIM plans for hospital: a guideline. *International Journal of Medical Informatics*.
- Chaabane S., Guinet A., 2004. Une approche hiérarchique d'aide à la décision pour la gestion des blocs opératoires. *Logistique et Management*, Numéro spécial
- Chabrol M., Chauvet J., Fenies P., et Gourgand 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, 2006 Volume 3812, p. 375 - 384
- Chabrol M., Chauvet J., Fenies P., et Gourgand M., 2005. The New Hospital of Estaing knowledge model: an operational tool for strategic management and flow modelling in a hospital supply chain. 4th International Conference on the Management of Healthcare & Medical Technology, Aalborg Denmark (August).
- Combes C., 1994. *Un environnement de modélisation pour les systèmes hospitaliers*. Thèse de doctorat, LIMOS, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
- Comelli M., Fenies P., Gourgand M., and Tchernev, N., 2005. A generic evaluation model for cash flow and activity based costing in a company Supply Chain. *International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM)*, Marrakech, Maroco.
- Comelli M., Fenies P., Gourgand M. 2006. Business Process Modeling and Simulating of a Generic Health care Unit: Application on New Hospital of Estaing, Industrial Simulation Conference ISC 06, Palerme, Juin.
- Doheny J.G., and J.L. Fraser. 1996. MOBEDIC - A decision modelling tool for emergency situation . *Expert system with applications*, vol 10.
- Ducq Y., Vallespir B., Doumeingt G., 2004. Méthodologie GRAI pour la modélisation, le diagnostic et la conception d'un système hospitalier. In *2e conférence francophone en Gestion et Ingénierie de Systèmes Hospitaliers (GISEH)*, Mons.
- Fenies P., Tchernev N., 2005. La modélisation d'une unité générique de soins : une brique essentielle pour le système d'information et d'aide à la décision de la supply chain du Nouvel Hôpital d'Estaing. *Logistique et Management*, Volume 13 Issue 2, p.45-58.
- Fénies P., Gourgand M., Tchernev N., 2004. Une contribution à la mesure de la performance dans la Supply Chain hospitalière : L'exemple du processus opératoire, In *2e conférence francophone en Gestion et Ingénierie de Systèmes Hospitaliers (GISEH)*, Mons.
- Galland S., Grimaud F., Beaune P and Campagne J.P., 2003. MAMA-S: An introduction to a methodological approach for the simulation of distributed industrial systems. *Int. J. Production Economics* 85
- Gourgand M., Kellert P., 1991. Conception d'un environnement de modélisation des systèmes de production, *3ème congrès international de génie industriel*, Tours.
- Green P., Roseman M., 2000. Integrated Process Modelling: an ontological evaluation. In *Information systems*, vol 25.
- Hammer M., et Champy J., 1993. *Reengineering the Corporation*, éd. Harper Collins.

- Hongwei D., Benyoucef L., Xie X., 2005. A modelling and simulation framework for Supply Chain design in *Supply Chain Optimisation*, sous la direction de A.Dolgui, J. Soldek et O. Zaikin, Editions Springer.
- Lanzola G., Gatti L., Falasconi S., Stefanelli M., 1999. A framework for building cooperative software agents in medical application. *Artificial Intelligence in Medicine*.
- Lapiere S.D., Ruiz A.B., 2004. L'approche chaîne d'approvisionnement pour organiser un service d'approvisionnement hospitalier. *Logistique et Management*, Numéro spécial 2004.
- Lenz R., Kuhn K.A., 2004. Towards a continuous evolution and adaptation of information system in healthcare. *International Journal of Medical Informatics* Vol 73.
- Luc D., Rondeau A., 2002. La restructuration par programmes-clientèles à l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont : une étude diachronique de cette transformation. *Gestion, revue internationale de gestion*, vol. 27 (3), automne.
- Moreno L., Aguilar R.M, Pineiro J.D Estevez J.F, Sigut J.F., Gonzales C., 2001. Using KADS methodology in a simulation assisted knowledge based system : application to hospital management. *Expert system with application* 20.
- Scheer A.W., 2002. *ARIS- Business Process Modelling*, Springer.
- Syi Su ScD., Chung Liang Shih M.D., 2002. Resource Reallocation in an Emergency Medical Service System Using Computer Simulation. *American Journal of Emergency Medicine*, Vol 20.
- Tashakori A., et Teddi C., 1998. *Mixed methodology - Combining qualitative and quantitative approaches*, Sage Publications, Thousand Oaks (CA).
- Tchernev N., 1997. *Modélisation du processus logistique dans les systèmes flexibles de production*, Thèse de doctorat, Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand II, France.
- Van Donk P.D., 2003. Redesigning the supply of gasses in a hospital. *Journal of purchasing and Supply Chain management* 9.