

LA SIMULATION DES FLUX EN MILIEU HOSPITALIER

Gilles CAVELAN

Cabinet de conseil GUIDE CONSULTING
FRANCE

1. "Qu'est-ce que la simulation des flux ?"

Définition

La simulation est une technique qui consiste à créer des modèles statistiquement exacts de systèmes réels. Elle sert à représenter leur comportement et on l'utilise pour faire des prédictions. [Gaury] Les expériences ou scénarios de simulation permettent de répondre à des questions du type : « qu'est-ce qui se passe si ? » sans mettre en péril ou perturber le système en production.

Les simulateurs de vol ou d'essais nucléaires sont des exemples très connus d'applications. Ils mettent en situation « virtuelle », une maquette ou un modèle 3D réalisé en CAO et le soumettent à des contraintes d'utilisation (RDM, thermique etc.)

Dans ces deux cas, expérimenter sur des modèles de simulation plutôt que "grandeur nature" apporte des gains évidents en termes de maîtrise des risques et des coûts.

La simulation de flux (en anglais : Discrete Event Simulation) est moins connue. Pourtant les enjeux sont similaires : quand on conçoit une usine, une plateforme logistique, un hôpital, une agence bancaire ou encore un centre de contact, n'y a-t-il pas un intérêt à tester son comportement dynamique avant que l'installation existe ? De même, pour un système existant, ne serait-il pas intéressant de connaître l'impact de décisions de modifications avant même qu'elles ne soient prises ? Avoir un modèle de simulation qui reproduise sur ordinateur le fonctionnement d'une installation et avec lequel on puisse tester des scénarios est clairement un avantage.

"La simulation dynamique et ses applications"

Elle est utilisée partout où il existe des files d'attente (personnes, pièces, matière) sous contraintes de ressources (personnel, intérieures, experts,...) et de moyens (équipements, machines, bloc opératoires,...)

Très connue et utilisée dans l'automobile et l'industrie pharmaceutique, son utilisation se répand dans le monde des services (agences bancaires, implantations de restaurants, centres d'appels téléphoniques, centres informatiques,...).

2. "La simulation dans le monde hospitalier"

Le monde universitaire s'est beaucoup intéressé au sujet mais les hospitaliers un peu moins.

L'état de l'art : le monde universitaire.

Plusieurs auteurs ont parlé de la simulation dans le domaine hospitalier, Mebrek et al (2005) ont précisé que l'imagerie constitue l'un des services les plus fréquentés par les patients dans les hôpitaux. Ils ont présenté le pôle imagerie et l'utilité du modèle de connaissance spécifié avec l'outil ARIS, ainsi que le passage de ce modèle vers un modèle d'action ou de simulation implanté en SIMULA ou avec Witness. En 2006 Mebrek et Tanguy ont décrit la zone de transit pour le nouvel hôpital d'Estaing, et ont présenté la méthodologie de modélisation adaptée à sa structure (modèle de connaissance). Enfin, des modèles d'action sont implantés : modèle de réseau de files d'attente et des modèles de simulation en SIMULA et Witness. La simulation trouve tout son intérêt lorsqu'elle est utilisée pour modéliser les flux de patients complexes et pour tester les scénarii de changement des règles de pilotage. C'est le cas dans les services d'urgence, où les patients arrivent de manière aléatoire et nécessitent un large éventail de traitements (allant du soin léger à la prise en charge de blessures graves), couvrant moult services et spécialités.

Dans Kim et al (2000) les auteurs proposent une méthode permettant de minimiser l'annulation d'interventions programmées en raison de l'indisponibilité de lits dans l'unité de soins intensifs. La simulation est utilisée afin de déterminer l'impact de cinq stratégies d'allocation flexible de lits. Malgré la difficulté due aux arrivées de demandes aléatoires, il apparaît qu'une façon de minimiser le nombre d'interventions annulées est de réserver une partie des lits de l'unité à l'usage exclusif des patients de chirurgie spécifique.

Ces dernières années, le nombre des admissions dans les urgences a connu une croissance significative (Huang, 1998). Les hôpitaux de « Plymouth » sont confrontés à cette évolution. Comme plusieurs autres établissements de soins, l'administration médicale de Plymouth (gérant 12 spécialités) utilise deux périodes d'admission, une pendant le jour de 9h à 21h et une pendant la nuit de 21h à 9h. Ces types d'admission posent les problèmes suivants : il est difficile de satisfaire une demande de soins d'un patient le jour de son admission vu la non disponibilité des médecins durant cette période et ceci provoque des allongements des durées de séjour. Pour répondre à cette situation, l'hôpital s'est engagé dans un projet de réingénierie ayant pour objectif de revoir la façon dont les soins médicaux sont délivrés dans le but d'améliorer l'efficacité des services et la qualité des soins.

Huang propose dans son article un support qui facilite la prise de décision dans les projets de réingénierie. Il se concentre sur la conception et l'exploitation des résultats des modèles pour aider à

prendre des décisions à partir des données techniques. Les objectifs de ce projet sont essentiellement l'amélioration de la qualité des soins et l'efficacité des services médicaux face à la croissance des admissions dans les urgences. Parmi les mesures à prendre en charge on trouve : la réduction des retards critiques, la gestion des lits, la révision de l'allocation des lits. Le support de prise de décision proposé inclut :

- la détermination des dimensions de l'unité médicale d'un service (lits et chaises).
- La prise de décision pour allouer les lits disponibles aux spécialités afin de réduire la demande de lits supplémentaires.

Huang trouve que les problèmes de planification des lits s'identifient à des problèmes de files d'attente. Les patients arrivent à l'hôpital d'une façon aléatoire, séjournent pour une période aléatoire de temps puis ils sont transférés ou libérés. Pour l'auteur, les problèmes de planification des lits sont trop complexes pour être résolus mathématiquement. Dans ces conditions, la simulation est la technique de modélisation à utiliser. Dans une unité médicale, les éléments majeurs intervenant sur les besoins en lits sont :

- le nombre des admissions en urgences par jour,
- la distribution des dates d'arrivée des patients par jour,
- la durée de séjour d'un patient dans l'unité.

L'auteur veut connaître le nombre de lits à affecter afin de minimiser la demande de lits supplémentaires à prévoir pour le premier quart de l'année 96 (période supposée la plus chargée).

Pour répondre à cette question, il a besoin de : la distribution des besoins en lits pour chaque spécialité, l'allocation des lits souhaitée entre les spécialités pour minimiser la demande de lits supplémentaires. Huang a tout d'abord collecté des données du système d'information de l'administration médicale, puis il a élaboré un modèle de simulation après avoir consulté les différents types de personnels (gestionnaire, médecins, infirmiers, coordinateurs des lits).

Enfin, il a effectué une analyse ayant pour but de faire comprendre les résultats de la simulation aux gestionnaires.

Ramis F.J., et al (2001) ont étudié l'utilisation de la simulation pour le dimensionnement des ressources nécessaires pour un centre de chirurgie ambulatoire au Chili. Les auteurs ont modélisé le processus patient tout au long de son séjour dans le centre de chirurgie ambulatoire. Ils ont recueilli des données historiques afin de modéliser des lois statistiques (durée de séjour, durée d'admission,...) réparties selon des classes de pathologies.

Dans Harper P.R., Shahani A.K. (2002), les auteurs présentent un modèle de simulation permettant d'évaluer les performances d'un système hospitalier. Le modèle simule le flux de patients à travers les différentes unités de soins caractérisées par un nombre de lits fixé par l'utilisateur (qui peut varier en fonction des demandes saisonnières). Les caractéristiques de chaque patient (longueur du séjour, date d'arrivée, temps d'attente,...) sont définies par l'utilisateur en fonction de lois statistiques qui regroupe les patients en

catégories. Le modèle retourne nombre de statistiques requises par les praticiens et managers hospitaliers comme le taux d'occupation des lits et le taux de refus de patient dans un service.

Quelques réalisations connues dans le milieu hospitalier

La réorganisation du Nouvel Hôpital D'Estaing du CHU de Clermont-Ferrand a permis de permettre d'étudier l'ensemble des flux Le projet du NHE. consiste à transférer l'intégralité des activités du site Hôtel Dieu dans un nouvel hôpital construit sur le terrain d'Estaing

Le projet NHE porte sur la modélisation, la simulation, l'optimisation et le pilotage des flux. L'ensemble des flux ont été étudiés dont : Conception d'un outil d'aide à la décision pour le dimensionnement et l'organisation d'un bloc obstétrique.

Conception d'un outil d'aide à la décision pour les urgences pédiatriques.

Conception d'un outil d'aide à la décision pour le dimensionnement de la structure physique d'un bloc opératoire.

L'appel d'offres du choix d'un fournisseur d'équipements et de produits de laboratoires pour le CHU de Bordeaux,

La réorganisation des laboratoires d'analyse du CHU de Bordeaux a eu pour conséquence la réalisation d'un appel d'offres permettant de choisir un « équipementier » de laboratoires d'analyse.

De manière à pouvoir facilement comparer les offres soumises par les différents candidats, il leur a été demandé de formuler leurs réponses autour d'un modèle générique de simulation des flux d'analyse de laboratoire. Cette démarche a permis de comparer plus simplement les offres entre-elles à la fois sur un plan technique et financier.

3. "La logistique"

La logistique hospitalière est également un champ d'application qui se prête bien à la construction de modèles de simulation, par le fait que l'optimisation des ressources (équipements, ressources humaines) est présente dans ce type de démarche.

Par exemple, les travaux de K. Cobbold, B. Pellet, E. Marcon, 2008, Modélisation des flux logistiques pour la modélisation des flux à l'hôpital de Roanne, illustrent cette utilisation.

A partir d'un modèle du processus logistique qui inclut des éléments organisationnels pour chaque type de flux concerné par l'étude (organisation des processus de livraison des repas, de collecte des déchets, etc.), les auteurs proposent de développer un modèle de simulation qui permet d'évaluer la performance d'un système sur un horizon de temps représentatif (étude du fonctionnement du service logistique d'approvisionnement interne sur plusieurs mois d'activité) en tenant compte de sa dynamique du fonctionnement (variation des charges au cours de la journée, encombrement dans les coursives,

pénurie de ressources...). Cela a pour effet principal de valider la stabilité du système et de garantir ses performances.

B. Pellet, E. Marcon, 2008, démontrent dans leur article, Concevoir et piloter une stérilisation par la simulation de flux, que l'utilisation d'un outil de simulation de flux représente un atout majeur pour l'aide à la conception et à l'organisation d'un service de stérilisation.

4. "Identification des besoins hospitaliers"

Étudier les projets médicaux, logistiques et architecturaux *en même temps, en prenant en compte la dimension FLUX* : de patients, de personnel soignant, de médicaments, de déchets, de linge, de repas, de transports... en développant à chaque fois une vue prospective qui permette de minimiser les erreurs, dans un contexte de fortes contraintes imposées à la fois par les choix architecturaux et par l'organisation des équipes.

Simuler la réalité, c'est-à-dire en ayant recours à des outils prospectifs qui permette réellement d'étudier les modes de fonctionnement définis par les organisations, tout en prenant en compte les contraintes architecturales. Les outils existent depuis plus de 30 ans et ont fait leurs preuves.

Cette démarche de simulation est pertinente lors de la construction d'un nouveau site hospitalier où le fait «d'écrire sur une page blanche» offre une grande souplesse de réflexion, puisqu'elle élimine les contraintes liées aux organisations et aux locaux existants. Dans un bâtiment à construire, l'utilisation d'une approche basée sur *l'étude et la simulation des flux* permet de créer une organisation performante et d'améliorer la qualité et la sécurité du service rendu au patient dans une vision *prospective*.

Cependant, cette démarche est également intéressante lors de la rénovation de sites existants lorsque de fortes contraintes s'exercent (plan architectural, structures plus rigides,...) qui rendent les choix difficiles et ne permettent pas de trouver des optimisations réelles. Les outils de simulation permettent de proposer plusieurs scénarios autour d'une maquette 3D dynamique.

Les constructions neuves sont aujourd'hui pour beaucoup d'entre elles positionnées en dehors des villes en raison des contraintes que suscite l'implantation urbaine (prix du foncier, peu de terrains disponibles, contraintes liées au voisinage, accès routier difficile). Cette extériorisation se fait souvent en conservant les anciens sites, au moins pendant la période de déménagement qui peut s'exercer sur plusieurs années, et implique donc une redéfinition totale des flux (personnes et matières) entre sites. Une optimisation peut s'avérer nécessaire dans la gestion d'un déménagement.

En 2010, un centre de cancérologie doit redéployer ses compétences en intégrant la médecine ambulatoire. Le projet architectural qui prévoyait une chirurgie conventionnelle avec des bâtiments conçus pour, a été remis en cause par le fait que les bâtiments pré-

vus seront inadaptés à cette pratique hospitalière. Près de 30 000 m² risquent d'être construits pour rien.

5. Concevoir et piloter une stérilisation

Un exemple réalisé au CHU de UNIVERSITÉ JEAN-MONNET de SAINT-ÉTIENNE [B. Pellet, E. Marcon, V. Dubois, C. Colombet 2007]

Par la multiplicité des paramètres qu'elle doit intégrer, l'ingénierie ou la réingénierie de tout ou partie d'un secteur hospitalier (plateau de chirurgie, de biologie ...) est complexe. Dans le cas de la conception d'un nouveau service de stérilisation, outre la prise en compte des exigences de qualité, de sécurité et d'hygiène, l'équipe de conception va chercher à imaginer un service susceptible de gérer au plus juste la production de dispositifs médicaux stériles :

il ne devra pas être sous-dimensionné en termes d'équipements ou de personnel, sous peine d'être régulièrement saturé, ce qui aurait un impact sur la maîtrise du risque infectieux et de la qualité, mais aussi sur les conditions de travail en stérilisation;

en revanche, il ne devra pas non plus être surdimensionné, sans quoi son coût de fonctionnement deviendrait prohibitif. Par la suite, pour l'amélioration continue du service de stérilisation, l'objectif sera de choisir parmi plusieurs scénarios d'organisation alternatifs celui qui sera le plus à même d'optimiser son efficacité (en termes d'exploitation optimale des ressources, mais également vis-à-vis d'indicateurs de performance propres à chaque service).

5.1. La simulation appliquée à la stérilisation

Pour illustrer son intérêt, considérons l'exemple simple du fonctionnement de l'étape de lavage dans le processus de stérilisation. Pour conduire un projet de dimensionnement, nous devons construire : *un modèle du processus de lavage*, il inclut des éléments organisationnels (organisation du processus de stérilisation) ainsi que des données quantitatives (nombre de laveurs, capacité des laveurs suivant l'objectif du projet de réingénierie).

Un modèle d'activités, nombre de lots (boîtes) par unité de temps arrivant du bloc opératoire (et parfois d'autres clients externes) au service de stérilisation. Cela pose la question de la méthode de collecte des données d'activité du service de stérilisation. Celle-ci doit être aussi fiable que possible et conditionne la précision des résultats obtenus. Elle s'effectue au moyen d'une campagne de saisie d'informations sur le terrain ou si possible par l'extraction de données du système d'information hospitalier (SIH).

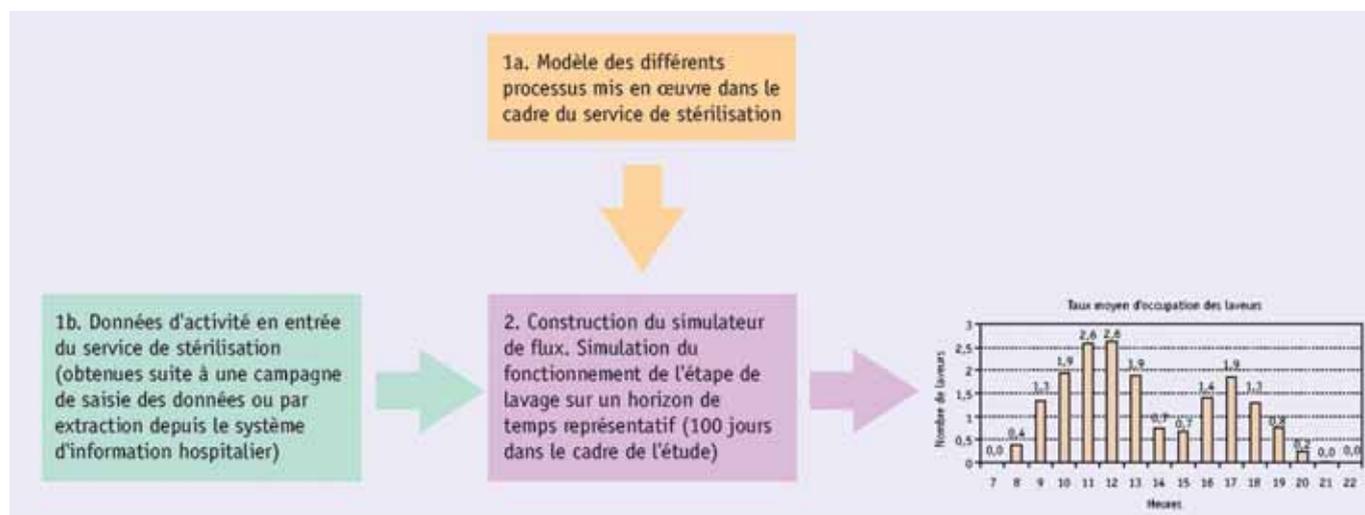


Figure 1 - Schéma de principe de l'exploitation d'un modèle de simulation de flux

La figure 1 présente un schéma de principe de l'exploitation d'un modèle de simulation de flux. Dans cet exemple, les différents scénarios sont testés sur cent répliques (pour chaque configuration étudiée, nous simulons le fonctionnement du service de stérilisation durant cent jours de travail). Deux types de scénarios distincts peuvent être considérés :

dimensionnement, afin de dimensionner au plus juste les ressources (humaines, matérielles) nécessaires, la simulation sera effectuée à capacité infinie, de manière à obtenir une courbe de charge de la ressource (ici les laveurs désinfecteurs) par unité de temps et à connaître le besoin en nombre de ressources.

évaluation de scénarios organisationnels: dans ce cas, on cherche à comparer différentes stratégies d'organisation du service de stérilisation. On cherchera par exemple à évaluer l'impact de la valeur du taux minimal de remplissage des laveurs avant lancement d'un cycle sur le taux d'occupation des laveurs. On travaille alors à périmètre de ressources défini (par exemple: trois laveurs).

5.2. Application au dimensionnement et à l'organisation de l'étape de lavage

Données

Considérons le cas d'étude suivant, dans lequel nous souhaitons dimensionner au plus juste le nombre de laveurs requis dans un nouveau service de stérilisation, dont l'objectif sera de remettre à disposition sous vingt-quatre heures (c.-à-d. au plus tard le lendemain) l'ensemble des lots arrivant au cours de la journée (parc de DM suffisant). Le tableau 1 présente quelques données du problème.

Après consolidation des données d'activité en entrée du service de stérilisation, le diagramme de la figure 2 donne le profil de charge d'une journée type (selon la norme DIN).

Approche classique du dimensionnement

Une méthode « classique », basée sur l'exploitation de données d'un tableur procédera comme suit pour dimensionner le nombre de

laveurs nécessaires sur la base du volume d'activité en entrée du service de stérilisation :

$$NC = V / (C * P)$$

avec :

NC = nombre de cycles laveur nécessaires;

V = volume total à traiter sur une journée type (en équivalent paniers DIN);

C = capacité laveur en nombre de paniers DIN;

P = pourcentage de remplissage minimal avant lancement d'un cycle laveur.

Le nombre de cycles laveur par jour est alors obtenu comme suit :

$$N = NC * TP / H$$

N = nombre de laveurs nécessaires;

TP = durée du processus de lavage;

H = horaire d'ouverture du service de stérilisation.

Le tableau 2 présente les résultats obtenus avec les données de l'exemple. En arrondissant à l'unité supérieure, nous concluons qu'avec une capacité de 12 paniers DIN, 2 laveurs seront nécessaires au futur service de stérilisation. Avec une capacité de 8 paniers DIN, 3 laveurs seront nécessaires.

Tableau 1 - Données

Horaires d'ouverture	De 7 heures à 19 heures
Temps de cycle laveur	75 minutes
Capacité d'un laveur	8 ou 12 paniers DIN
Seuil de remplissage d'un laveur avant lancement d'un cycle	80%

Figure 2 - Diagramme de charge type du service de stérilisation existant

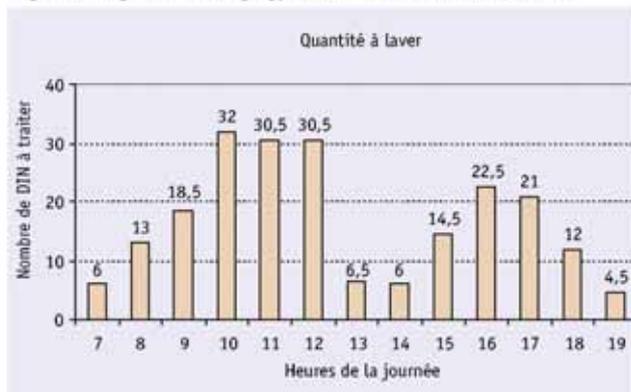


Tableau 2 - Résultats

Volume total (en paniers DIN)	154,5	
Capacité en (en paniers DIN)	12	8
Nombre de cycles laveurs nécessaires	17	25
Nombre de laveurs nécessaires	1,77	2,6

La principale limite de cette méthode de dimensionnement tient au fait qu'elle assimile le processus de stérilisation à un système statique: elle ne tient pas compte de révolution de la charge de lavage au cours de la journée en fonction de l'arrivée des boîtes en provenance du bloc opératoire. Ce type de dimensionnement assimile donc le service de stérilisation à une unité de production sur stock (c.-à-d. pour laquelle tous les lots à traiter dans la journée sont disponibles à l'ouverture de la stérilisation), hypothèse de fonctionnement qui n'est pas valide dans les services de stérilisation d'établissements hospitaliers.

Dimensionnement basé sur la simulation

Le dimensionnement basé sur la simulation à capacité infinie sur un horizon de 100 jours, permet de déterminer le besoin en laveurs par tranche horaire. Le choix d'une durée de cent jours permet d'assurer une incertitude sur la valeur moyenne d'occupation horaire des laveurs. Afin d'obtenir une représentation encore plus fidèle de la réalité, on pourrait également simuler un certain nombre d'aléas prévisibles (panne, maintenance des appareils, ...).

Nous appliquons les mêmes règles que dans le cadre du dimensionnement précédent, à savoir douze heures d'ouverture du service de stérilisation et un remplissage minimal des laveurs à 80 % de leur capacité. On obtient les résultats résumés par les figures 3 et 4.

Figure 3 - Taux moyen d'occupation des laveurs avec une capacité de 12 DIN

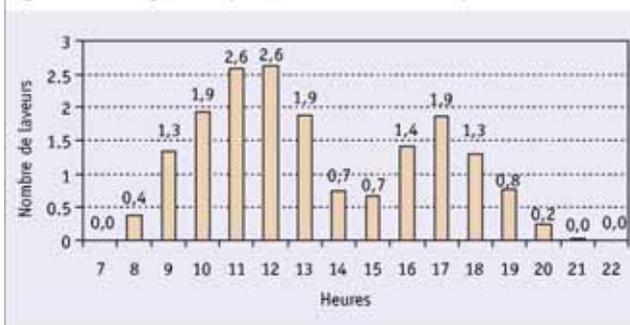
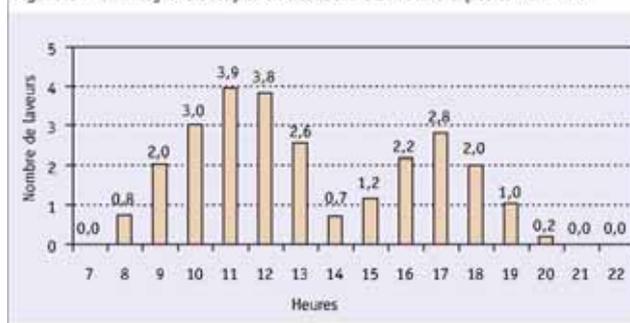


Figure 4 - Taux moyen d'occupation des laveurs avec une capacité de 8 DIN



Dans les deux cas (capacité de 8 ou de 12 DIN), l'analyse des valeurs moyennes du taux d'occupation des laveurs permet de constater qu'entre 10 et 14 heures, le taux d'occupation moyen approche voire dépasse de manière quasi systématique une charge correspondant à la capacité maximale déterminée à l'aide de la méthode classique de dimensionnement). Le même phénomène va avoir tendance à se reproduire entre 17 et 18 heures. Sur les valeurs maximales prises au cours de ces cent jours, le constat est de même nature.

Ainsi, en exploitant les résultats d'un dimensionnement classique, il est plus que probable que le fonctionnement du service de stérilisation soit saturé au moins à certaines heures de la journée, voire même de manière systématique. Cela aura divers impacts :

- un impact positif sur le fonctionnement global du service de stérilisation, puisque, en tant qu'étape d'entrée du processus de stérilisation, le lavage joue naturellement un rôle de régulation du flux. Néanmoins, cette régulation doit être considérée comme un avantage uniquement dans le cas où elle est prévue et maîtrisée, c'est-à-dire si les étapes en aval du processus ont été dimensionnées en conséquence. Si ce mode de fonctionnement est subi, le lavage deviendra le goulet d'étranglement du flux et jouera un rôle négatif dans le processus, en « affamant » les activités situées en aval;

- un impact négatif sur les conditions d'hygiène et de sécurité, car une file d'attente va être régulièrement générée en entrée du service de stérilisation. Ce stock d'entrée, non prévu et non organisé, va générer un encombrement, un désordre, et augmenter la quantité de lavages effectués manuellement pour pallier la saturation du poste de lavage.

Le fait de sous-dimensionner le nombre de laveurs serait d'autant moins stratégique que le coût d'un laveur désinfecteur est proportionnellement faible par rapport à celui d'un autoclave (de l'ordre de 70 %). Afin d'éviter de faire du lavage le goulet d'étranglement du processus de stérilisation (ce qui diminue la performance de l'étape de stérilisation à plus forte valeur ajoutée), il sera plus judicieux de prévoir d'implanter 3 laveurs désinfecteurs d'une capacité de 12 DIN ou 4 laveurs désinfecteurs d'une capacité de 8 DIN pour faire fonctionner de manière optimale le service de stérilisation. Dans les deux cas, le dimensionnement classique nous a donné une erreur de dimensionnement de 1 laveur désinfecteur sur un parc compris entre 3 et 4 machines.

6. Les établissements de santé et la simulation des flux

La question que l'on est en droit de se poser : Pourquoi les outils de simulation des flux ont-ils suscité si peu d'intérêt de la part des établissements de santé malgré le fait que l'on constate :

Une grande variabilité des flux dans le monde hospitalier (flux de patients ou de matières) aussi bien sur un horizon temporel, que sur la disponibilité des ressources et des moyens,

De nombreux aléas sur les flux (prévisibilité de la patientèle, ruptures de stock matières, indisponibilité ou absence de personnels,...)

La démarche de simulation, qui nécessite une culture mathématique et une compréhension statistique appliquées aux domaines autres que l'épidémiologie ou la santé publique, est rarement connue des gestionnaires des ES : le sujet est notamment connoté industriel plutôt qu'hospitalier.

Une autre explication est peut-être liée, avant l'introduction de la T2A dans les ES, à une absence de culture de la performance dans les ES. Ainsi, les démarches d'optimisation n'avaient pas beaucoup d'écho. Depuis peu, la performance hospitalière n'est plus un sujet tabou et elle commence fortement à prendre pied dans les ES.

Un dernier phénomène est peut-être lié à l'introduction des démarches qualité au sein des établissements. Ces démarches ont comme objectifs l'amélioration de la qualité et de la sécurité des soins dans les établissements de santé depuis les années 1990. Elles mettent en place :

- la procédure d'accréditation,
- la lutte contre les infections nosocomiales,
- la gestion des risques,
- la coordination des vigilances sanitaires,
- l'analyse des enquêtes de satisfaction des patients,
- des démarches qualité des soins et de service.

Toutes ses études très utiles pour les ES, procèdent toutes d'une démarche **d'optimisation locale**. La culture hospitalière procède donc d'un apport intéressant de démarches empiriques et non globalisantes mais qui portent comme message qu'elles sont auto-suffisantes.

Aujourd'hui, la recherche de performances globales dans un cadre budgétaire et financier contraint nécessite d'avoir recours à des démarches autres, qui soient à la fois représentatives de la réalité, mais également prospectives.

7. Quels sont les domaines de prédilection de la simulation des flux ?

Elle s'applique dans tous les domaines d'intervention où l'on souhaite mesurer les flux et/ou vérifier leurs « débits » vis-à-vis de contraintes de capacité ou de seuil :

Dans une démarche d'optimisation opérationnelle,

Dans une démarche prospective,

Avec l'existence d'une variabilité sur les flux,

Prenant en compte des aléas connus (ruptures, pannes, absences, syndrome « match de foot »,...)

Avec une fiabilité que l'on peut également mesurer.

Par la suite, le modèle ainsi créé permettra de répondre à des questions « Qu'est-ce qui se passe ? », c'est-à-dire, de proposer autour des paramètres du modèle, des scénarios d'évolution possibles et d'en obtenir des réponses immédiates.

Dans le domaine hospitalier, on va pouvoir l'utiliser pour :

Concevoir une unité d'obstétrique et de néonatalogie : déterminer le nombre optimal de lits de soins pré/post-nataux et de néonatalogie, de salles d'accouchement, de blocs opératoires)

Préparer des médicaments en pharmacie centrale : évaluer le nombre de robots nécessaires à la préparation des médicaments, tester différents scénarios de volumétrie et de répartition des rôles entre les robots

Regrouper des pôles chirurgicaux : Déterminer le nombre optimal de salles de préparation, réveil, soins intensifs et de blocs opératoires, définir les besoins en ressources humaines et en équipement, tester la robustesse de la plateforme aux variations de volumes de patients

Externaliser une partie des activités de stérilisation : Dimensionner le nombre de chariots de stérilisation, déterminer la fréquence des mouvements de camions entre le site de stérilisation et l'hôpital

Concevoir un nouveau laboratoire de biologie : Mesurer l'influence de l'organisation sur le temps de service, comparer différentes implantations et technologies par rapport à la situation existante

Concevoir le service d'urgences d'un nouvel hôpital : déterminer le nombre optimal de salles par type de flux (observation, critique, intensif, pédiatrie, orthopédie, etc.), tester la robustesse de la plateforme aux variations de volumes de patients et de leur répartition entre les différents types de flux

Mettre en place un service « hôtelier » (le repas est livré 60 minutes après la commande du patient) : tester différentes organisations possibles permettant de livrer les repas moins de 20 minutes après leur préparation, maximiser le nombre de plateaux transportés par chariot, minimiser le personnel requis pour les livraisons, dimensionner le nombre de lignes de préparation de repas

Le stationnement des voitures du personnel et des patients : dimensionner le nombre de places de parking requises, minimiser le nombre de barrières d'entrée et de sortie tout en évitant les risques de bouchons aux heures de pointe

Déterminer le nombre d'ascenseurs requis dans chaque zone de l'hôpital : prendre en compte les flux de patients, personnel et logistiques

Dimensionner les transports logistiques (produits, patients,...) au sein d'un établissement de santé et les préparations de commande au sein d'un logipôle.

Conclusion

La modélisation par simulation dynamique, est largement utilisée dans le secteur industriel (automobile, agro-alimentaire, pharmaceutique,...) et dans celui des services (architecture et agencement, aéroports, gares,...) là où il représente un outil essentiel à la bonne gestion des flux. La simulation a commencé que récemment à se faire accepter dans le secteur de la santé, en dépit de son introduction il y a 30 ans, pour les raisons que nous avons évoquées plus haut. Les besoins de performance hospitalière, d'abord concentrées sur des démarches locales avant d'être globales, vont permettre aux ES d'avoir une réflexion plus approfondie sur leurs flux et de leur donner la possibilité de les maîtriser grâce aux outils de simulation.

Bibliographie

[K. Cobbold, B. Pellet, D. Moret, É. Marcon] Concevoir et organiser un service logistique. Techniques hospitalières Septembre-octobre 2009.

[Harper P.R., Shahani A.K. 2002] Harper P.R., Shahani A.K. 'Modeling for the planning and management of bed capacities in hospitals', Journal of the Operational Research Society, 2002, Vol. 53, pp.11-18.

[Huang, 1998] Huang, X.M. (1998). Decision making support in reshaping hospital medical services. Health Care Management Science, Vol. 1, pp. 165-73.

[Kim et al, 2000] Kim, S.C., Horowitz, I., Young, K.K. et Buckley, T.A. (2000). Flexible bed allocation and performance in the intensive care unit. J. of Op. Management.

[Mebrek et al, 2005] Mebrek, F. et Tanguy, A. (2005). Modélisation et simulation à événements discrets du pôle imagerie d'un hôpital moderne. 6e conférence francophone de modélisation et simulation - mosim'05, Rabat, Maroc, Avril.

[Ramis F.J., Palma, G.L., Baesler, F.F. 2001] Ramis F.J., Palma, G.L., Baesler, F.F. The use of simulation for process improvement at an ambulatory surgery center". Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference, 2001, pp. 1401-4.

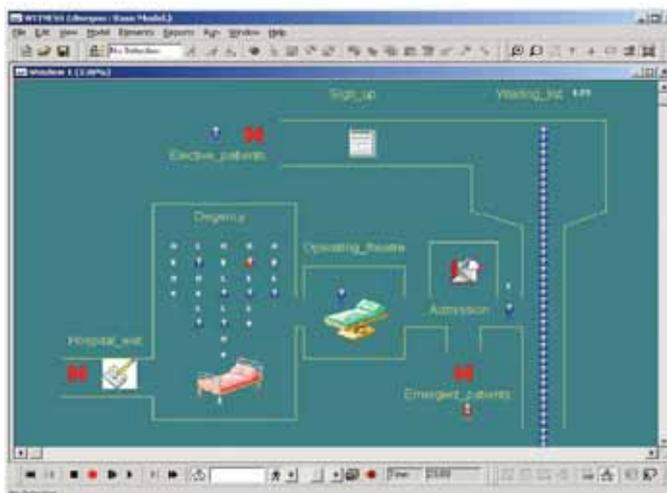


Figure 2 : Exemple de modèle de simulation avec Witness