



Modélisation et simulation de l'évacuation d'un hôpital face à un tsunami fluvial: exemple d'un plan blanc

A. Guinet, Angel Ruiz, Isabelle L'hospital, Jean-Pierre Lavignon

► To cite this version:

A. Guinet, Angel Ruiz, Isabelle L'hospital, Jean-Pierre Lavignon. Modélisation et simulation de l'évacuation d'un hôpital face à un tsunami fluvial: exemple d'un plan blanc. 6ème Conférence francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers (GISEH 2012), Aug 2012, Québec, Canada. hal-01898308

HAL Id: hal-01898308

<https://hal.science/hal-01898308>

Submitted on 4 Apr 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Modélisation et simulation de l'évacuation d'un hôpital face à un tsunami fluvial : exemple d'un plan blanc

Alain Guinet ¹, Angel Ruiz ², Isabelle L'hôpital ³, Jean-Pierre Lavignon ⁴

¹ INSA de Lyon, DISP (laboratoire de Décision et d'Information des Systèmes de Production), Bât. Jules Verne, 19 av. Jean Capelle, 69621 Villeurbanne, France, alain.guinet@insa-lyon.fr

² Faculté des sciences de l'administration et CIRRELT, Université LAVAL, 2325 rue de la Terrasse, Québec (Québec), G1V 0A6 Canada, angel.ruiz@fsa.ulaval.ca

³ Hospices Civils de Lyon, 162 Avenue Lacassagne, 69424, Lyon, isabelle.lhopital@chu-lyon.fr

⁴ Hôpital Saint Joseph / Saint Luc, 20 Quai Claude Bernard, 69365 Lyon, France, jplavignon@ch-stjoseph-stluc-lyon.fr

Résumé. Nous étudions la réponse à apporter à la situation occasionnée par la rupture d'un barrage situé sur la Commune de Cernon dans le Jura. L'arrivée de l'onde de submersion après rupture du barrage sur le centre-ville de Lyon est comprise entre 8h et 9h, pour une hauteur d'eau prévue de 4 et 6 mètres. L'hôpital Saint-Joseph/Saint-Luc de Lyon à évacuer est localisé sous le passage de la vague. La problématique est d'organiser l'évacuation totale de l'hôpital dans un laps de temps le plus court possible et de dimensionner les ressources nécessaires à sa réalisation.

Mots clés: Évacuation d'un centre hospitalier, Plan blanc, Simulation, Dimensionnement.

Introduction

Le plan blanc est un dispositif destiné à faire face à un événement exceptionnel aux conséquences sanitaires dépassant les capacités immédiates de réponse d'un établissement de santé. L'origine du plan blanc est issue de l'expérience acquise lors de la réponse sanitaire à l'explosion de l'usine AZF le 21 septembre 2001 à Toulouse, laquelle mit en évidence les limites des dispositifs réglementaires de la médecine de catastrophe de l'époque. La circulaire du 3 mai 2002, abrogeant celle du 24 décembre 1987, oblige la rédaction d'un plan blanc à tous les établissements de santé, pour faire face à un afflux massif de victimes. Ce plan est mis en place sur le terrain par les équipes médicales pré-hospitalières. On trouve des équivalents du plan blanc sous le nom de Disaster Management Plan notamment dans les pays anglo-saxons (Taaffe et al. 2005). Le plan blanc permet d'assurer le bon fonctionnement des services par la coordination, la répartition et le renforcement des moyens disponibles en fonction des besoins. Ce plan doit aussi intégrer l'évacuation de l'établissement pour cause d'un tremblement de terre ou d'une inondation (comme dans le cas présent) et les mesures de renforts en experts, en personnels, en lits, et autres matériels... Le plan intègre aussi l'organisation prévue pour répondre aux risques nucléaires, radiologiques, biologiques et chimiques (NRBC).

Le plan blanc est basé sur sept grands principes :

- Installation d'une cellule de crise,
- Déclenchement du plan blanc,
- Rappel/renvoi ou maintien du personnel, ouverture/fermeture des services,
- Organisation de la circulation intra et extrahospitalière,
- Organisation des services des urgences en fonction des principes de triage de la médecine de catastrophe,
- Accueil des patients dans les services adaptés (impliquant aussi les sorties anticipées et les transferts),

- Accueil des familles et de la presse.

Dans les sections suivantes, nous présentons la problématique étudiée, l'approche de résolution suivie, quelques modèles des processus du plan blanc élaboré, la génération d'un modèle de simulation pour son dimensionnement en ressources humaines et matérielles, ainsi que les premiers résultats obtenus.

1 Problématique étudiée

1.1. Contexte

Nous étudions la réponse à apporter à la situation occasionnée par la rupture d'un barrage situé sur la Commune de Cernon dans le Jura. Les données sont les suivantes :

- Hauteur au dessus du lit de l'Ain de 103 mètres, 36 Km de long, 600 millions de m³...
- Onde de submersion : la vitesse de la vague est de 20 Km/h et la hauteur d'eau par endroit se situe entre 1 et 8 mètres sur le département du Rhône.

L'hôpital Saint-Joseph/Saint-Luc à évacuer est localisé sous le passage de la vague. L'arrivée de l'onde de submersion après rupture du barrage sur l'agglomération lyonnaise est comprise entre 5h et 6h, sur l'hôpital entre 8h et 9h pour une hauteur d'eau prévue de 4 et 6 mètres. L'événement aura une durée d'environ 24 heures, et son impact est difficile à évaluer selon la « charge » présente dans la vague (arbres, voitures, matériaux de construction, etc.) et selon la résistance du bâti face à un tel phénomène. La vague affectera les bâtiments, les infrastructures, les installations électriques et de télécommunication ainsi que les réseaux d'alimentation en eau potable. Par conséquent, l'évacuation de toute la population sensible, comme celle de l'hôpital, s'avère nécessaire. La problématique est d'organiser l'évacuation totale de l'hôpital dans un laps de temps le plus court possible et de dimensionner les ressources nécessaires à sa réalisation.

1.2. Les acteurs

Le centre hospitalier Saint-Joseph/Saint-Luc se situe en centre-ville de Lyon. Son statut est celui d'établissement de soins PSPH (Participant au Service Public Hospitalier). Cet hôpital a une capacité de 344 lits. Il offre une large variété de services et spécialités telles : urgence, cardiologie, grands brûlés, chirurgie, maternité, réanimation, pharmacie, pneumologie, etc. 19 médecins couvrent les besoins de l'établissement 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, aidés par 45 internes présents en journée. 73 autres étudiants interviennent dans les services.

Les Hospices Civils de Lyon sont un établissement public hospitalier. Leur activité les positionne en tant que deuxième Centre Hospitalier Universitaire de France (CHU). Ils intègrent toutes les disciplines médicales avec plus de 22000 professionnels. Les HCL regroupent aujourd'hui 14 établissements pluridisciplinaires ou spécialisés qui assurent de larges missions. Ils se positionneraient dans notre situation en tant qu'établissements d'accueil des victimes de première ligne.

Le rôle du SAMU en cas de catastrophe d'origine naturelle ou humaine est de :

- Centraliser les informations sanitaires immédiates relatives à la catastrophe,
- Envoyer sur le terrain les équipes médicales SMUR et le matériel sanitaire mobile disponible,
- Recenser les personnels et les moyens sanitaires nécessaires tels que les lits d'hospitalisation
- et les postes de réanimation susceptibles d'accueillir les victimes,
- Organiser l'envoi des renforts en liaison avec le directeur des secours médicaux et le commandant des opérations de secours, ainsi que les évacuations en liaison avec les médecins sur le terrain,
- Déclencher la cellule d'urgence médico-psychologique,
- Informer les établissements d'accueil des victimes, les cellules de crise et les autorités de tutelle,

- Gérer la relève des personnels engagés sur le terrain et en régulation médicale dans le cadre d'un événement qui peut s'inscrire dans la durée.

En fonction des caractéristiques du sinistre, le SAMU aura une implication majeure ou mineure. Dans la situation qui nous intéresse, le SAMU participe en tant qu'organisateur et gestionnaire du transport médicalisé. Si un plan blanc est déclenché dans un hôpital, le lien entre la cellule de crise et le SAMU est fondamental.

Le SMUR (structure mobile d'urgence et de réanimation) est un service hospitalier qui opère avec une ou plusieurs unités mobiles hospitalières destinées à délivrer des soins intensifs d'aide médicale urgente sur les lieux d'un accident ou d'un malaise ou d'un accouchement extrahospitalier, ou dans notre cas sollicitées pour effectuer des transports entre centres hospitaliers. Il est une composante du système intégré des urgences médicales, sous la coordination du SAMU. Une équipe mobile se compose d'un médecin urgentiste, d'un infirmier et d'un ambulancier. Ils se déplacent dans une unité mobile hospitalière, qui peut être un véhicule terrestre ou aérien.

2 Approche de la problématique

Les actions entreprises ont conduit à modéliser les processus à mettre en œuvre dans le cas du plan blanc d'évacuation pour l'hôpital Saint-Joseph/Saint-Luc d'une part et d'accueil en masse des patients et personnels pour les Hospices Civils de Lyon d'autre part, puis à les simuler afin d'optimiser l'utilisation des ressources humaines et matérielles tout en respectant les contraintes réglementaires et environnementales (Yi et al., 2010). Pour la modélisation, nous avons interviewé les acteurs et formalisé les connaissances sous la forme de processus dans la plateforme logiciel ARIS. Une fois que le modèle spécifié et validé, nous avons généré les modèles de simulation à l'aide du même logiciel et recherché le scénario le plus efficient. Lors de nos rencontres avec les hospitaliers, nous avons interviewé les quatre principaux acteurs identifiés plus haut c.-à-d. l'Hôpital St-Joseph/St-Luc, le service d'aide médicale urgente (SAMU), le service mobile d'urgence et de réanimation (SMUR) et enfin les Hospices Civils de Lyon. La répartition des champs de compétences et des rôles entre la cellule de crise de l'hôpital St Joseph/St Luc, le service d'aide médical urgente (SAMU), le service mobile d'urgence et de réanimation (SMUR), ainsi que la cellule de crise des Hospices Civils de Lyon ont dû être établis de manière précise mais non pas été remis en cause bien que perfectibles comme les simulations l'ont montrées. Une fois les responsabilités des intervenants précisées, nous avons entrepris l'identification des processus propres à chacun d'eux. Ce travail fut établi et validé lors de la première rencontre avec les responsables plan blanc des établissements concernés. Après l'identification des processus, nous avons procédé à leur description. Cette deuxième tâche consiste à détailler pour chaque processus les activités réalisées en précisant leur chronologie intra et extra processus. Ce travail fut de même effectué et validé avec les responsables des plans blancs des établissements. Par la suite, nous avons complété ces modèles en précisant les acteurs exécutant les activités, les données qui sont consommées ou qui sont générées par chaque activité, ainsi que les ressources de support nécessaires.

Pour ce qui concerne le choix des outils de modélisation, nous avons sélectionné à cet effet la méthodologie ARIS développée par le Dr. Scheer en 1992 par l'IWI (Institut für Wirtschaftsinformatik) de l'université du Sarre. ARIS fournit les outils intégrés de conception, de mise en œuvre et d'évaluation des processus d'entreprise. Il est multi-niveaux (conceptuel, technique, implémentation) et multi-vues (fonction, information, organisation, contrôle). L'outil se fonde sur une modélisation des processus à l'aide de diagrammes réalisés à l'aide d'une boîte à outils. ARIS est bien plus qu'un simple éditeur graphique, il assure la cohérence des modèles et facilite leur création par l'intégration des objets qu'ils comportent dans une base de données (Wang et al., 2009). Cette aide est particulièrement appréciable dans le cas de l'analyse de systèmes complexes. ARIS permet la simulation des processus

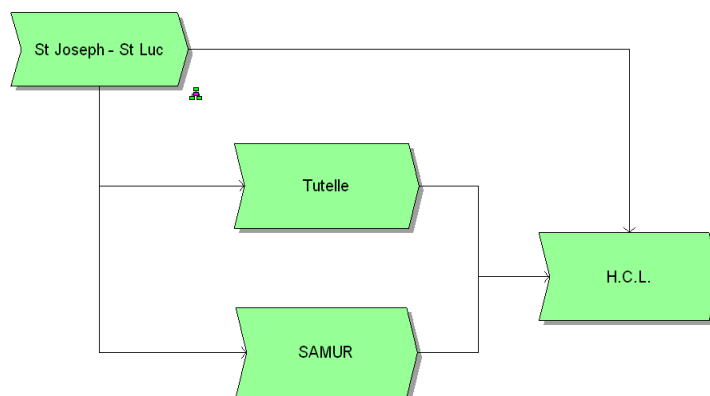
modélisés à l'aide de chaînes de processus événementielles en renseignant des rubriques prédéfinies associées aux différents objets détaillant la chaîne : activité (durée), événement (échancier), poste de travail (nombre de collaborateurs), ressource (règles de consommation/production des exemplaires... Une animation basique est possible dans le cadre d'une exécution pas à pas de la simulation.

3 Modélisation

Nous avons sélectionné : l'organigramme pour représenter les différents acteurs, le diagramme de chaîne de plus-value pour la définition des processus ainsi que leurs interactions et la chaîne de processus événementielle pour les vues fonctionnelle et événementielle.

3.1. Le réseau d'acteurs

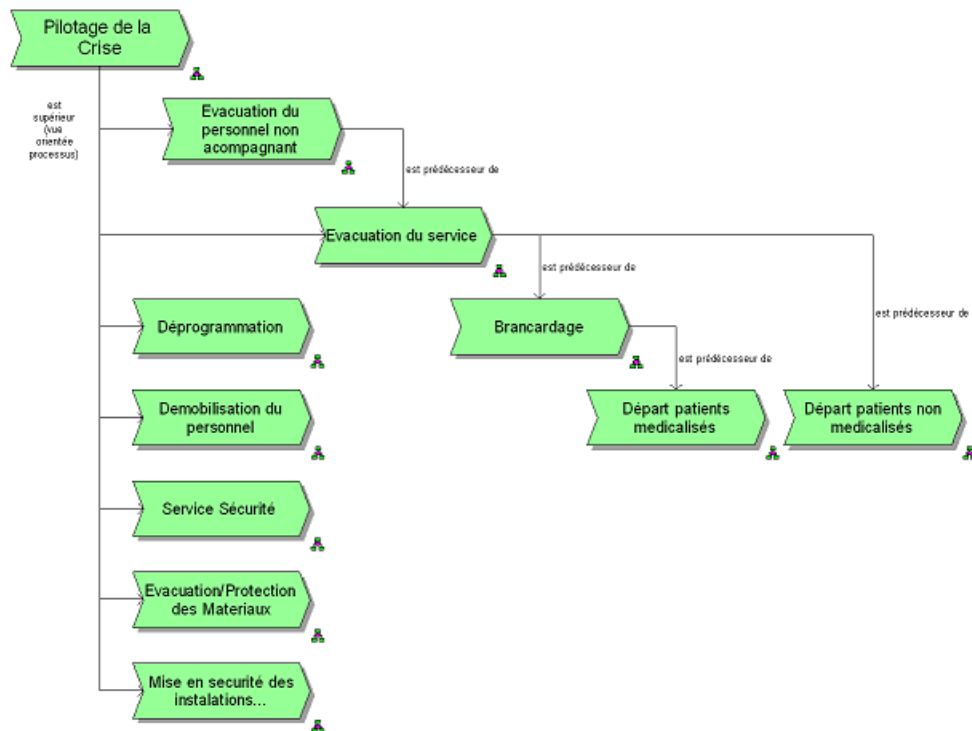
Nous présentons tout d'abord la cartographie des macro-processus à mettre en œuvre dans le cadre de l'évacuation du Centre Hospitalier St-Joseph/St-Luc, à l'aide d'un diagramme de chaîne de plus value ARIS.



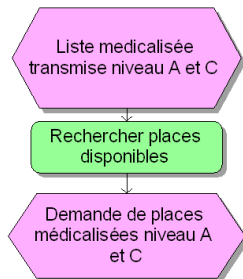
Nous pouvons voir les relations entre les principaux acteurs. Les tutelles (pouvoirs publics) et le SAMU aidé du SMUR gèrent les flux physiques (transport des patients), d'information (lits requis ou disponibles), d'ordre (évacuation/accueil) entre les deux structures hospitalières... Il est important de mentionner que lors de notre étude le rôle de la tutelle pour la prise en charge des patients non médicalisés n'était pas défini. Néanmoins, grâce à ce projet et aux séances de travail des acteurs, un premier cahier des charges décrivant de manière précise certaines activités et décisions de coordination à assurer par la tutelle est en phase de rédaction.

3.2. Le Centre Hospitalier St-Joseph/St-Luc

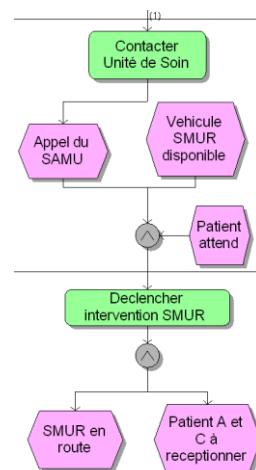
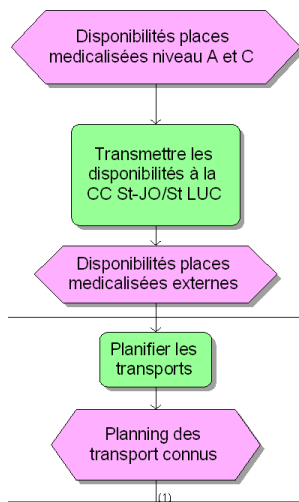
Comme nous avons pu le constater précédemment, les tutelles et le SAMU définissent les deux chefs d'orchestre de l'évacuation. Tous les mouvements de patients ou de personnels entre hôpitaux se font suivant leur accord. Deux types de patients sont considérés : les patients assistés (médicalisés) qui sont pris en charge par le SAMU, et les patients non-assistés (non-médicalisés) qui sont pris en charge par la cellule de régulation sanitaire désignée par Tutelle. Pour ce qui concerne le personnel hospitalier, celui-ci est réparti d'une part en accompagnants, dont l'évacuation aura lieu en tant qu'assistants de patients, et, d'autre part en non-accompagnants qui seront évacués en tant que valides. Les processus centraux pour l'évacuation incluent l'évacuation des personnels non-accompagnants, l'évacuation du service (patients assistés et personnels accompagnants), départ des patients non-assistés, et enfin, évacuation des matériaux (matériel biomédicaux, banque de sang, souches...). D'autres processus du diagramme de chaîne de plus value, interviennent en tant que support : Déprogrammation, Démobilisation du personnel, Service Sécurité... (Lipp et al., 1998).



3.3. Le SAMU



Comme illustrée dans la chaîne de processus événementielle ci-jointe, la cellule de crise de l'hôpital Saint-Joseph/Saint-Luc ayant élaboré une liste de patients médicalisés à prendre en charge, le SAMU s'occupe de rechercher les places dans les hôpitaux appropriés.



Une fois que le SAMU a réussi à identifier des places disponibles, il transmet la liste de places à la cellule de crise de l'hôpital Saint-Joseph/Saint-Luc. Le SAMU, en fonction des besoins, va planifier les transports pour les patients médicalisés concernés.

4 Simulation

Les sections précédentes ont conduit à l'obtention d'un modèle représentant les processus et leurs activités liés à l'évacuation de l'hôpital Saint-Joseph/Saint-Luc. Dans cette section nous souhaitons adapter ce modèle de nature statique, afin de pouvoir le simuler. L'objectif de cette démarche est de permettre aux acteurs décideurs du réseau d'évaluer le comportement dynamique des processus afin de pouvoir ainsi prévoir l'impact de leurs décisions sur l'éventuel déroulement de l'évacuation et cela sans effectuer un coûteux et difficile exercice à grande échelle (Lindell et al. 2007 ; Schenk et Huang, 2005).

4.1. Principes de passage du modèle statique au modèle dynamique

Afin de passer à la simulation, les modèles ont besoin d'être complétés avec des informations concernant les conditions d'emploi et les disponibilités des ressources. Pour des raisons de facilité d'expression de la disponibilité des ressources, toutes les ressources que nous avons utilisées sont considérées comme des ressources consommables. Lorsqu'une activité a besoin d'une ou plusieurs ressources pour être réalisée, elle ne peut être déclenchée que si la ou les ressources sont disponibles. La ou les ressources seront alors consommées lors de l'activation de l'activité et seront régénérées lors de la désactivation de l'activité si celles-ci sont pérennes dans le temps. Pour chaque ressource, nous disposons de trois paramètres pour préciser sa disponibilité : une capacité minimale, une capacité maximale et une capacité de départ. Les ressources sont différenciées avec des couleurs pour connaître leur état : consommées ou produites.

Il existe différents types de ressources :

- La ressource peut représenter un équipement réutilisable tel un brancard ou un véhicule SMUR. Nous consommons la ressource lors de son emploi et nous la régénérons en fin d'emploi.
- La ressource représente un lieu physique par exemple une zone de stationnement pour une ambulance. Quand l'ambulance arrive la zone est occupée donc la ressource consommée. Lorsque l'ambulance quitte la zone, la ressource est régénérée et une nouvelle ambulance peut accéder à la zone pour charger un autre patient.
- La ressource peut représenter un employé qui doit réaliser une tâche, un brancardier par exemple. Le brancardier commence sa tâche dans le service où le patient attend son transport (consommation) et il la finit dans la zone de chargement des ambulances où il laisse le patient (régénération).
- La ressource peut être non réutilisable : disponibilité lit d'hospitalisation, ordre de brancardage, kit de traitement patient... On consommera alors une ressource différente chaque fois que nécessaire sans la reproduire
- La ressource peut aussi modéliser un événement, dans ce cas elle sera générée avant d'être consommée.

Une activité pouvant traiter/générer simultanément une ou plusieurs occurrences d'un événement en entrée/en sortie, l'objet poste de travail est valué pour limiter les capacités de traitement simultanées de chaque activité. L'attribut « nombre de collaborateurs » peut à cette fin être utilisé de deux façons différentes :

- Il peut tout d'abord préciser le nombre de personnes présentes à un poste de travail, tel le nombre d'infirmiers pour la préparation des patients. Si 2 patients doivent être préparés par 1 infirmier pour un transport commun et si le temps pour préparer chaque patient est de 10 minutes, alors l'attribut

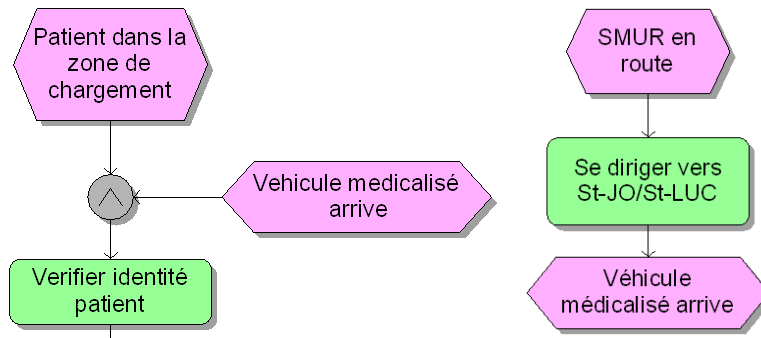
« nombre de collaborateurs » sera fixé à 1 et le temps de préparation des patients sera de 20 minutes.

- Il peut autrement valuer la capacité de traitement/production d'un poste de travail associé à une activité durant l'activation de celle-ci. Dans l'activité « Transmettre les disponibilités à la cellule de crise Saint-Joseph/Saint-Luc », le nombre moyen de lits disponibles dans un service d'hospitalisation des HCL étant de 10 unités, « Le nombre de collaborateurs » est fixé à 10.

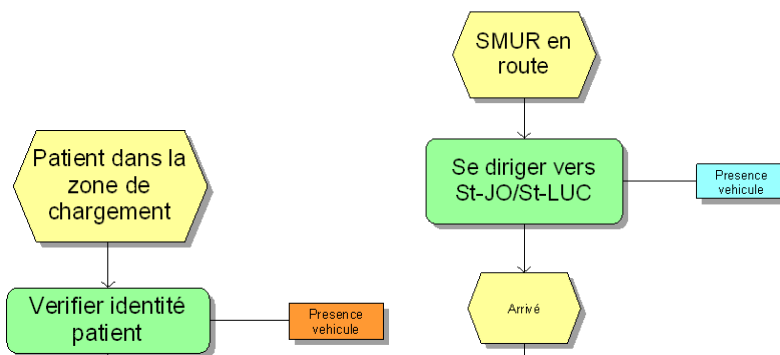
Quand il n'y a pas de poste de travail associée à une activité, le nombre de flux qui peuvent être traités simultanément est considéré comme illimité.

4.2. Exemple de transformation des modèles statiques

Le premier problème rencontré pour la conversion des modèles est la synchronisation de deux événements. Le simulateur d'ARIS ne permet pas de commencer un processus par l'arrivée de deux événements s'ils ne sont pas synchronisés, mais cette synchronisation ne reflète pas toujours la réalité. Dans la situation ci-dessous nous pouvons illustrer ce problème. Le processus « Départ de patients médicalisés » (à gauche) commence avec deux événements « Patient dans la zone de chargement » et « Véhicule médicalisé arrive ». Le premier événement est déclenché dans le processus de « Brancardage » et le deuxième dans le processus « SMUR » (à droite).



La solution trouvée sous ARIS consiste à remplacer le deuxième événement par une ressource consommable afin de respecter la liaison entre les deux processus. La ressource sera produite à la fin du processus « SMUR » et sera consommée au début du processus « Départ des patients médicalisés ».



5 Expérimentation

Cette section vise d'abord à permettre de vérifier le modèle de simulation proposé, et par la suite, à illustrer de manière concluante le potentiel d'un tel modèle dans la planification de l'évacuation de l'hôpital. En particulier, nous nous sommes intéressés à deux questions principales, la première étant

de savoir si l'évacuation de l'établissement est possible dans le temps disponible après alerte (entre 8 et 9 heures), et ensuite, quelles ressources seraient nécessaires pour atteindre cet objectif. Nos résultats préliminaires sont basés sur les informations fournies par les acteurs et semblent, en absence d'un chronométrage ou observation directe, tout à fait réalistes.

5.1. Démarche de dimensionnement des paramètres

Tout d'abord les hospitaliers ont estimé les temps d'exécution des différentes activités. Ensuite considérant un nombre représentatif de patients à évacuer, le nombre d'exemplaires de la ressource considérée comme principale a été fixé. Le choix de la ressource principale s'est porté sur les ambulances. Considérant les valeurs de ces deux paramètres, nous avons pu approximer par simulation les valeurs de dimensionnement de toutes les autres ressources, en établissant que tout autre combinaison de valeurs supérieures n'améliorent pas le temps d'évacuation des patients. Nous avons de plus simulé différents valeurs de nombre d'exemplaires de la ressource principale, et ainsi établir la sensibilité du modèle à l'ensemble des paramètres. Le nombre de patients médicalisés à évacuer a été fixé à 120. Le nombre d'infirmiers est de 3 ou 6. Le nombre de coordinateurs transports dans la cellule de crise de l'hôpital Saint-Joseph/Saint-Luc est de 1 ou 2. Le nombre de brancardiers est 3, 6 ou 9. Enfin, les véhicules SMUR sont aux nombres de 5, 10 ou 15.

5.2. Quelques résultats et analyse de sensibilité

Selon notre modèle, le plus petit temps possible nécessaire pour l'évacuation des patients médicalisés de l'hôpital est de 4 heures et 30 minutes. Les paramètres sont dans ce cas de 6 infirmiers, 2 coordinateurs, 9 brancardiers et 15 ambulances. Il a été constaté que si une ressource est réduite, le temps d'évacuation augmente, mais toutes les ressources n'ont pas le même impact sur le temps d'évacuation. Nous avons testé la sensibilité du modèle aux nombres d'exemplaires des différentes ressources considérées individuellement (tableau 1).

INFIRMIER	COORDINATEUR	BRANCARDIER	SMUR	TEMPS
6	2	9	15	04:30:00
6	2	6	15	05:32:00
6	1	9	15	05:44:00
6	2	9	10	05:48:30
3	2	9	15	07:28:00
6	2	3	15	09:17:30
6	2	9	5	09:53:00

Tableau 1

Après l'analyse de l'ensemble des 36 scénarios de simulation, nous constatons que les goulots les plus importants sont par ordre d'importance d'impact décroissant : les ambulances, les infirmiers, les brancardiers et les coordinateurs.

Conclusion

L'objectif de cette étude était d'analyser, de spécifier et de dimensionner un plan blanc pour l'évacuation d'un hôpital. Notre démarche a consisté à modéliser les processus à mettre en œuvre, à concevoir un modèle de simulation dans l'objectif d'évaluer et d'expérimenter le plan blanc afin de juger de sa performance compte tenu des ressources disponibles, une expérimentation sur le terrain étant très

difficilement envisageable. L'étude de différents scénarios nous a permis de dimensionner les ressources nécessaires. La suite de l'étude s'oriente dans 4 directions, une meilleure approche de dimensionnement des ressources par l'étude statistique de scénarios plus nombreux, une spécification d'un plan blanc générique pour l'étude d'autres situations de crise telles les tremblements de terre, une meilleure prise en compte de l'environnement extérieur de l'hôpital (conditions de trafic en l'absence de l'intervention de la police ou de l'armée) ainsi qu'une conception d'un prototype plus évolué du simulateur afin que les acteurs s'approprient et se préparent à mieux gérer de telles situations de crise.

Remerciements

Nous souhaitons remercier Mlle Consuelo Reina Gomez et M. Juan Jose Santana Coronel étudiants d'échange Erasmus au département Génie Industriel pour leur participation active à ce projet.

Références

- Lindell M. K., Prater C. and Perry R. W. (2007). "Emergency Management", John Wiley & Sons.
- Lipp M., Paschen H., Daublander M., Bickel-Pettrup R., et Dick W. (1998). "Disaster management in hospitals", *Current Anaesthesia and Critical Care*, 9, 78-85.
- Schenk J.R., Huang D. (2005). "Multiple fidelity simulation optimization of hospital performance under high consequence event scenarios", *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*, M. E. Kuhl, N. M. Steiger, F. B. Armstrong, and J. A. Joines, eds., 936-942.
- Taaffe K.M., Kohl R., Kimbler D.L. (2005). "Hospital evacuation: issues and complexities", *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*, M. E. Kuhl, N. M. Steiger, F. B. Armstrong, and J. A. Joines, eds., 943-950.
- Wang T., Guinet A., Belaidi A., Besombes B. (2009). "Modeling and simulation of emergency services with ARIS and Arena - Case study: the Emergency department of Saint Joseph and Saint Luc Hospital", *Production Planning and Control*, 20, 484-49.
- Yi P., Santhosh K.G., Jomon Aliyas P. Li L. (2010). "Hospital capacity planning for disaster emergency management", *Socio-Economic Planning Sciences*, 44, 151-160.