



HAL
open science

PrHoDom : Protection de l'Hospitalisation à Domicile

A. Guinet, Housseem Barkaoui, Tao Wang, E. Dubost

► **To cite this version:**

A. Guinet, Housseem Barkaoui, Tao Wang, E. Dubost. PrHoDom : Protection de l'Hospitalisation à Domicile. 9ème Conférence francophone en Gestion et Ingénierie de Systèmes Hospitaliers (GISEH 2018), Aug 2018, Genève, Suisse. hal-01895921

HAL Id: hal-01895921

<https://hal.science/hal-01895921>

Submitted on 19 Oct 2018

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.

PrHoDom : Protection de l'Hospitalisation à Domicile

Guinet A. *, Barkaoui H. *, Wang T. *, Dubost E. **

* INSA Lyon (Université de Lyon), Laboratoire DISP, 21 av. Jean Capelle, 69621 Villeurbanne, France.

** Centre Hospitalier Soins et Santé, Rue Maryse Bastié, 69140 Rillieux-la-Pape, France

Résumé : Aujourd'hui, l'accumulation des risques associés à des facteurs comme l'urbanisation croissante, le changement et la variabilité du climat, le terrorisme, les épidémies ou pandémies animales et humaines ainsi que la mobilité accrue des personnes et des biens de par le monde, a accru le potentiel perturbateur voire destructeur de divers types de catastrophes. Différents scénarios de sinistres naturels ou humains ont été étudiés et ont donné lieu à la proposition d'organisations, de dimensionnements de ressources matérielles et humaines, et de pratiques dans le cadre des plans blancs des structures d'hospitalisation à domicile. Les problématiques sous-jacentes sont plus particulièrement : l'accès aux domiciles des patients pour les sinistres naturels, l'accès aux soins pour les sinistres humains, l'accès à l'information pour la cybercriminalité.

Mots-clés : Gestion des risques, Hospitalisation à Domicile, Hébergement éphémère, Afflux massif, Cloisonnement numérique.

1. INTRODUCTION

Aujourd'hui, l'accumulation des risques associés à des facteurs comme l'urbanisation croissante, le changement et la variabilité du climat, le terrorisme, les épidémies ou pandémies animales et humaines ainsi que la mobilité accrue des personnes et des biens de par le monde, a accru le potentiel perturbateur voire destructeur de divers types de catastrophes. L'objectif du projet de recherche PrHoDom (Protection de l'Hospitalisation à Domicile), est de formaliser le ou les plans blancs d'un établissement d'HAD puis d'évaluer, d'organiser et de planifier dans le temps les ressources humaines et matérielles nécessaires à son application, pour l'évacuation ou la programmation des patients hospitalisés. A cette fin, différents scénarios de sinistres naturels ou humains ont été étudiés et ont donné lieu à la proposition d'organisations, de dimensionnements de ressources matérielles et humaines, et de pratiques dans le cadre des plans blancs des structures d'hospitalisation à domicile. Les problématiques sous-jacentes sont plus particulièrement : l'accès aux domiciles des patients pour les sinistres naturels, l'accès aux soins pour les sinistres humains, l'accès à l'information pour la cybercriminalité. Ce projet se déroule en partenariat avec la structure d'Hospitalisation à Domicile de Lyon (HAD) Soins et Santé créée en 1972. C'est un établissement hospitalier privé de type ESPIC (Etablissement de santé Privé d'Intérêt Collectif) qui assure au domicile du malade un ensemble de soins coordonnés et importants en lien avec le médecin traitant.

Le plan blanc (Virenque, 2005) est un dispositif destiné à faire face à un évènement 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, oblige la rédaction d'un plan blanc à tous les établissements de santé, pour faire face à un afflux massif de victimes.

Les structures d'HAD disposent des mêmes droits et des mêmes devoirs que les centres hospitaliers depuis 2013, et à ce titre sont soumis à l'obligation du plan blanc pour l'afflux massif de patients ou l'évacuation massive de patients. A la différence des centres hospitaliers de court séjour, les patients de la HAD sont localisés à leur domicile et le plan blanc va consister à organiser une réponse sanitaire avec des ressources en propres et des ressources supplémentaires à répartir entre plusieurs sites géographiques

(domiciles) afin d'accueillir un nombre important de nouveaux patients ou d'évacuer un nombre important de patients en cours de traitement. Ces ressources portent sur l'emploi de soignants, de prestataires (livraison de médicaments, de lits médicalisés...), de services (ambulances privées, aides à domicile...), etc. Dans un tel contexte, le plan blanc d'une HAD s'apparente plus à un plan NOVI (nombreuses victimes) en raison de la mobilité des ressources employées pour accéder aux patients, de la nécessité des déplacements des patients vers leur domicile (afflux massif) ou à partir de leur domicile (évacuation massive) et de la coordination à distance des moyens employés.

Notre approche de la vulnérabilité des structures d'HAD pour une meilleure protection (ou résilience) de celles-ci, est basée sur l'étude des scénarios de risques les plus probables et les plus dommageables. Une recherche des sources de risques par l'analyse d'historiques a tout d'abord été réalisée. Elle nous a conduits à distinguer les risques d'origines naturelle, humaine ou numérique. Une définition des actifs (fonctions) critiques vis-à-vis des différents risques nous a permis d'identifier les processus les plus dommageables à savoir : le soin, la livraison des médicaments, la consultation médicale... La formalisation de scénarios portant sur les processus les plus critiques pour les risques les plus probables, nous a amenés à proposer des contremesures supportées par des outils d'aide à la décision afin de favoriser l'accès au domicile (au patient), l'accès aux soins (hospitalisation à domicile) et l'accès à l'information (dossier médical). Les critères d'évaluation des dommages sont principalement le nombre de décès, le coût de la réponse médicale, la perte de rémunérations à l'activité, et les dégâts en équipements.

2. SINISTRES NATURELS

Ils concernent principalement les situations de crises de type : crues, épisodes neigeux, séismes, tornades, etc. Ils posent une problématique d'accès au domicile des patients. Le tableau 1 analyse cette problématique en présentant par scénario : les conséquences possibles de la crise, sa dynamique dans le temps, sa durée et les processus décisionnels à mettre en œuvre. Les décisions majeures à prendre sont soit de garder le patient à son domicile et d'assurer sa prise en charge en tenant compte de la difficulté d'accès ou soit de l'évacuer. L'évacuation peut se faire vers un hôpital classique dit de courte durée, un lieu d'hébergement éphémère conçu pour regrouper les patients et y assurer leur prise en charge, ou encore chez un proche en prévoyant un transfert inter-HAD le cas échéant. Les plans blancs doivent à minima mettre en œuvre dans de telles situations un processus de gestion des coupures d'électricité, un processus de gestion des coupures des voies de communication terrestres pour les patients maintenus à domicile et un processus d'évacuation pour les patients acheminés vers un lieu d'hébergement éphémère.

Scénarios	Conséquences pour les patients de l'HAD	Dynamique du sinistre	Durée du scénario	Processus Plan blanc
Crues	Conséquences sur le : bâti, chauffage électricité, eau, nourriture, soins, communication.	Crue et décrue des eaux, impact sur les patients par zones, cumul des conséquences dans le temps.	1 à 4 semaines.	Maintien à domicile/évacuation des patients par zone.
Episode neigeux	Conséquences sur le : chauffage électricité, eau, nourriture, soins.	Succession d'averses de neige, impact sur les patients par zones, cumul des conséquences dans le temps.	1 à 2 semaines.	Maintien à domicile/évacuation des patients par zone.

Tremblements de terre	Conséquences sur le : bâti, chauffage électricité, eau, nourriture, soins, communication.	Multiplication de répliques d'intensité décroissante, cumul des conséquences dans le temps.	1 à 4 semaines.	Maintien à domicile/évacuation totalité des patients.
-----------------------	---	---	-----------------	---

Tableau 1 : Caractéristiques des scénarios de sinistres naturels

2.1 Processus d'accès au domicile du plan blanc

Les processus spécifiques du plan blanc aux situations de crises naturelles sont sous la houlette de la cellule de crise.

Le processus de gestion des coupures d'électricité consiste généralement en l'installation de groupes électrogènes chez les patients les plus à risque (par exemple sous assistance respiratoire), le maintien des matériels les plus vulnérables que sont : l'aspirateur trachéal, la pompe à nutrition, les matelas à air dynamique, le chauffage, le frigo du patient préservant les médicaments...

Le processus de gestion des coupures des voies de communication terrestres organise la communication avec les autorités locales sur les besoins de la HAD et les possibilités d'accès, l'information du patient, des accompagnants, des soignants, des livreurs, la reprogrammation des soins et des livraisons...

Le processus d'évacuation des patients acheminés vers un lieu d'hébergement éphémère, comporte : le tri des patients par destination (hôpital, domicile des proches, lieu d'hébergement éphémère), le transport des patients évacués ou les recommandations d'évacuation pour les proches récupérant directement un patient, l'utilisation d'une chaîne de décontamination fixe ou mobile (d'un hôpital, du SDIS, de l'Armée) si besoin, l'installation d'une ou plusieurs structures d'hébergement temporaire (lieu, personnels, matériels...), le fonctionnement d'une structure d'hébergement temporaire (personnels salariés et libéraux, consommables...).

2.2 Gestion de lieux d'hébergement éphémère

L'hébergement éphémère sera choisi en dernier recours si un placement hospitalier ou chez des proches du patient n'est pas possible. C'est une contremesure ultime.

La localisation potentielle du ou des sites d'hébergement éphémère est à définir avec les autorités locales (Kilci et al., 2015) car l'HAD ne possède pas de terrain d'accueil ni de structures mobiles d'hébergement. Un lieu d'hébergement éphémère peut être : un bâtiment administratif, une Eglise, un Temple, une Mosquée, une Synagogue, un gymnase, une salle des fêtes, une école, un lycée... On évitera les sites qui ne sont pas en dur. On considérera plusieurs sites ouverts en parallèle afin de couvrir un plus grand territoire et faciliter les évacuations de patients.

Les critères de sélection à considérer (Marques Lalane Nappi and Carlos Souza , 2015 ; Hathaichanok Buajaroen, 2013 ; Hick et al., 2004) sont : la vulnérabilité du site (inondable, sismicité...), l'infrastructure (superficie, murs, toiture, planché...), les alimentations électriques et possibilités d'installation de groupes électrogènes, l'alimentation en eau, la durée de mise à disposition du site, l'accès aux transports, le chauffage, l'éclairage du site, la clôture/fermeture du site, les sanitaires/douches...

Dans ce cadre, nous avons développé un modèle linéaire multi-période (Guinet et al., 2017) pour l'affectation des différents types de ressources humaines et matérielles et le choix de la décision du maintien ou d'évacuation de groupements de patients par zones (arrondissements).

3. SINISTRES HUMAINS

Ils concernent principalement les situations de crises de type : attaques terroristes, épidémies, pollutions. Elles posent une problématique d'accès aux soins, c.-à-d. de prise en charge de patients, d'administration de vaccins, d'antitoxines, d'antibiotiques... Une attaque terroriste va nécessiter l'évacuation de patients hospitalisés en courte durée vers l'HAD afin de libérer des lits pour l'accueil des victimes. Cette pratique engendre un afflux massif de patients vers l'HAD. Une pandémie ou une pollution va générer un accès à des stocks stratégiques de vaccins ou d'antitoxines afin de soigner les patients de l'HAD contaminés plus d'autres externes éventuellement. Les plans blancs doivent à minima mettre en œuvre dans de telles situations (tableau 2) un processus d'admissions massives, un processus d'administrations vaccins/antibiotiques massives (Guinet et al., 2018), et un processus d'hospitalisation en court séjour de masse (soins intensifs par exemple).

Scénarios	Conséquences pour l'HAD	Dynamique du sinistre	Durée du scénario	Processus Plan blanc
Attaque terroriste	Demande en médicaments, nombre de soignants, locations de matériels, sous-traitances de transport, accrus.	Attaques successives, impact sur la population par hôpitaux, cumul des conséquences.	1 à 7 jours.	Admission massive.
Pollution	Demande en sous-traitance de transports, nombre de soignants, ré-hospitalisation des patients en court séjour (soins intensifs...).	Pollution en continue, impact sur les patients par zones, cumul des conséquences.	1 à 7 jours.	Décharge massive.
Pandémie	Demande en médicaments, nombre de soignants, location de matériels.	Infection en continue, impact sur toute la population.	1 à 28 jours.	Administration massive

Tableau 2 : Caractéristiques des scénarios de sinistres humains

3.1 Processus d'accès aux soins du plan blanc

Les processus spécifiques du plan blanc aux situations de crises humaines sont sous la houlette de la cellule de crise.

Le processus d'admissions massives doit permettre de définir les ordonnances de soins et de médicaments d'un grand nombre de patients à admettre en coordination avec les médecins hospitaliers, de rechercher et d'affecter le personnel soignant aux admis en reprogrammant les soins en cours si besoin, de préparer et livrer les matériels (lits médicalisés, respirateurs mécaniques...), les médicaments et les dispositifs médicaux stériles aux nouveaux patients, d'assurer le transport de ces entrants. Il peut reprendre des processus de soins infirmiers et de livraisons existant en les adaptant à un afflux massif de patients.

Le processus d'administrations massives doit définir le circuit du patient pour une vaccination ou un traitement antibiotique ou antitoxique (Asllani et al., 2007). Il définit les différentes activités et leurs effecteurs à savoir : information du patient sur l'acte d'administration, examen du patient, prescription du médicament, délivrance et traitement du patient et traçabilité du patient. Ce processus peut être complété par un processus de support pour la commande, la livraison et la réception d'un grand nombre de médicaments.

Le processus de décharge massive c.-à-d. de ré-hospitalisation en court séjour de masse doit prendre en charge le tri des patients à hospitaliser en court séjour, la recherche de lits d'hospitalisation, l'information des accompagnants et des soignants, la préparation des patients pour le transfert (ordonnances de soins et de médicaments), le transport des patients vers l'hôpital de court séjour.

3.2 Gestion d'un afflux massif de patients

La prise en charge des patients en sortie anticipée des hôpitaux ou la vaccination massive d'une population comportant les patients de l'HAD mais aussi des valides ou le rapatriement vers des hôpitaux de court séjour d'un nombre important de patients d'HAD pour des soins spécialisés (soins intensifs par exemple), doit se planifier selon la capacité de prise en charge de la HAD sans pour autant perturber la continuité des soins des patients en cours de l'HAD.

La planification des activités des processus à mettre en œuvre nécessite la connaissance des ressources humaines et matérielles ainsi qu'informationnelles (ordonnances de soins et de médicaments). Elle doit permettre de coordonner les différents effecteurs internes et externes à la HAD en précisant à minima par période (heure) les afflux de patients entrant ou sortant. Les flux de patients doivent être précisés par activité et par période afin de vérifier leur faisabilité, de gérer le personnel et les sous-traitants et d'anticiper les livraisons de services (locations de matériels, prestations de transport...) et de médicaments (à partir d'une pharmacie à usage interne ou de pharmacies d'officine).

Un outil d'aide à la planification a été développé dans ce sens, il précise par activité et par période le nombre de patients à traiter et/ou en attente de traitement compte tenu des ressources humaines et matérielles disponibles. L'ordre de passage par les différentes activités définit le cheminement du patient ou du dossier patient. L'objectif recherché est l'efficacité du processus c'est-à-dire la planification au plus tôt de l'ensemble des patients à admettre ou à décharger. Cet objectif réduit d'une part les temps d'attente des patients et d'autre part hypothèque le moins possible des planifications massives futures.

4. SINISTRES NUMERIQUES

Ils concernent la cybercriminalité et le cyber-terrorisme. Bien qu'étant d'origine humaine, leurs caractéristiques nous ont conduit à les isoler. Ils posent une problématique d'accès à l'information. Les objectifs recherchés par les pirates peuvent être l'expression de revendications, l'extorsion de fonds, le sabotage, le meurtre de patients...

Scénarios	Conséquences pour l'HAD	Dynamique du sinistre	Durée du scénario	Processus de sécurisation
Déni de service	Non accès aux informations délivrées par un service informatique, souvent accessible à distance. Report de soins possible.	Attaque observable, pouvant être reproduite plusieurs fois, impacte l'HAD dans son ensemble.	1 à 10 jours.	Sécuriser les postes, gérer le nomadisme.
Vol de données	Usurpation d'identité médicale, dénonciation ou vente d'informations médicales.	Attaque anonyme, reproductible jusqu'à sa découverte, impacte les patients de l'HAD.	Attaque instantanée	Sécuriser les postes, cloisonnement physique

Rançonnage	Perte de données médicales, perte financière.	Attaque observable, impacte l'HAD dans son ensemble.	1 à 10 jours.	Sécuriser les postes, cloisonnement physique.
Sabotage	Falsification de résultats médicaux, de prescriptions médicales, décès de patients éventuels.	Attaque anonyme, reproductible jusqu'à sa découverte, impact de patients ciblés.	Attaque instantanée	Sécuriser les postes, cloisonnement physique.

Tableau 3 : Caractéristiques des scénarios de sinistres numériques

Nous limitons notre étude au déni de service (mise en indisponibilité d'un service), au vol de données médicales, au rançonnage et au sabotage (modification malveillante de données médicales). Le plan de sécurisation de l'établissement (PSE) doit à minima mettre en œuvre dans de telles situations (tableau 3) un processus de sécurisation des postes de travail, de cloisonnement physique de sous-systèmes d'information et de gestion du nomadisme.

4.1 Processus d'accès à l'information du PSE

A l'encontre du plan blanc qui est déclenché une fois le sinistre observé, le plan de sécurisation de l'établissement (PSE) de la HAD nécessite un fonctionnement routinier afin de faire face à des sinistres majoritairement anonymes. Il est sous la houlette du responsable de la sécurité informatique.

Le processus de sécurisation des postes de travail doit chiffrer et crypter les données sensibles en ligne mais aussi en sauvegarde. Il doit être complété par une authentification des mots de passe (dimensionnement, changement...), des cartes professionnelles et permettre des accès distincts aux utilisateurs et aux administrateurs.

Le processus de gestion du nomadisme doit définir des voies pré-identifiées et restreintes pour communiquer avec des objets connectés, doit gérer les utilisateurs des objets connectés, et doit gérer l'accès aux objets connectés, leur mise à jour et leur configuration pour les prêts aux utilisateurs.

Le processus de cloisonnement physique doit physiquement séparer les données sensibles internes (médicales) des données extérieures (internet), doit permettre uniquement des mise à jour par clefs cryptés provenant de sources identifiées (éditeur de logiciel, équipement médical interne...) et doit interdire des possibilités d'accès internes et externes sur un même poste de travail. L'usage du WIFI doit être cloisonné. Les locaux hébergeant les serveurs doivent être sécurisés et leurs accès contrôlés.

4.2 Gestion des cloisonnements

Le cloisonnement physique du système d'information en sous-systèmes étanches minimise la vulnérabilité du système d'information en obligeant le pirate à accéder séparément à plusieurs sous-systèmes géographiquement dispersés et minimise les conséquences des infections entre sous-systèmes en l'absence de transmissions possibles entre eux.

Un simple calcul de composantes fortement connexes sur le graphe des liaisons numériques entre serveurs et postes de travail, peut être une approche adaptée pour définir les sous-systèmes à isoler dans l'organisation. Les liaisons entre postes de travail et serveurs n'étant pas toutes de même importance, une problématique de partitionnement se pose alors de manière plus fine.

On doit rechercher un ensemble de partitions (sous-systèmes) d'un système d'information sachant que les éléments des partitions peuvent échanger de l'information entre eux mais que les partitions n'en échangent pas entre elles. Une fois le cloisonnement physique mis en place, les partitions pourront tout de même échanger des informations par des supports extérieurs tels des saisies manuelles, des codes barres

cryptés, des clefs USB cryptés dont l'origine est certifiée. Plus de liaisons numériques sont conservées, plus le nombre de partitions est petit et plus le coût d'une attaque est important. Plus de liaisons numériques sont abandonnées, plus le nombre de partitions est grand et plus le coût d'une attaque est faible. Les critères coûts des liaisons numériques perdues et coût de l'attaque d'une partition, sont inversement dépendants l'un de l'autre et sont à optimiser. Dans Guinet (2017), un programme linéaire mixte permet de calculer les partitions suivant ces principes. L'objectif recherché est la minimisation d'une part des coûts économiques des liaisons numériques perdues entre partitions et remplacées par des saisies, des écritures/lectures de codes barres, et d'autre part du coût économique d'une attaque portant sur une seule partition quelle qu'elle soit, ceci sur un horizon d'étude donné.

5. CONCLUSION

Le projet PrHoDom a investi la vulnérabilité des structures de soins à domicile afin de mieux les protéger contre les sinistres d'origine naturelle ou humaine. Cette vulnérabilité a mis en évidence des problématiques d'accès au domicile des patients, d'accès aux soins, d'accès à l'information, qui peuvent compromettre la prise en charge des patients. Ces besoins sont remontés du terrain de différentes structures de soins à domicile (tempête de 1999, crues de 2016...), elles expriment un vécu qui mobilise et dynamise les décideurs pour la conception de leur plan blanc.

Des contremesures de réponse et de mitigation aux situations de crise ont été proposées respectivement dans le cadre de la spécification des processus du plan blanc, mais aussi par la conception d'outils d'aide à la décision pour l'anticipation des conséquences d'une situation de crise (crue, admission massive, cloisonnement). Notre propos actuel est de diffuser les connaissances et pratiques acquises dans le cadre de publications et de la mise en place d'un site WEB d'une part (<https://www.prhodom.disp-lab.fr/index.html>), et de durcir les outils d'aide à la décision pour une meilleure pro-action d'autre part.

6. REMERCIEMENTS

Ce travail est financé par une allocation de recherche de la région Rhône-Alpes Auvergne ARC2 que nous tenons ici à remercier.

7. REFERENCES

Asllani A., Dileepan P. , Etkin L. (2007). A Methodology for Using Simulation to Optimize Emergency Mass Vaccination Parameters. *Journal of Medical Systems*, 31, 453-459.

Guinet A., Barkaoui H., Wang T., Dubost E. (2018). An Emergency Management Plan to Face a Foodborne Criminal Attack. *International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain*, Lyon, France, accepted.

Guinet, A. (2017). How to protect a hospital against cyber attacks. *HCSE 2017 Third International Conference on Health Care System Engineering*, Florence, Italy, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, 1-14.

Guinet A., Barkaoui H., Wang T., Dubost E. (2017). A mitigation tool to protect a home health care structure facing a hydrological disaster. *IFAC 2017 World Congress*, Toulouse, France. IFAC PapersOnLine 50-1, 4630–4635.

Hathaichanok Buajaroen R.N. (2013). Management of health care services for flood victims: The case of the shelter at Nakhon Pathom Rajabhat University. *Australasian Emergency Nursing Journal*, 16, 116-122.

Hick J.L., Hanfling D., Burstein J.L., DeAtley C., Barbisch D., Bogdan G.M., Cantrill S. (2004). Health Care Facility and Community Strategies for Patient Care Surge Capacity. *Annals of Emergency Medicine*, 44(3), 253-261.

Kilci, F., Kara, B.Y., Bozkaya, B. (2015). Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey. *European Journal of Operational Research*, 243(1), 323–332.

Marques Lalane Nappi M., Carlos Souza J. (2015). Disaster management: hierarchical structuring criteria for selection and location of temporary shelters. *Natural Hazards*, 75, 2421–2436.

Virenque C. (2005). Le plan Blanc : afflux massif de victimes. *Réanimation*, 14, 712-715.