



Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID-19. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect, the company's public news and information website.

Elsevier hereby grants permission to make all its COVID-19-related research that is available on the COVID-19 resource centre - including this research content - immediately available in PubMed Central and other publicly funded repositories, such as the WHO COVID database with rights for unrestricted research re-use and analyses in any form or by any means with acknowledgement of the original source. These permissions are granted for free by Elsevier for as long as the COVID-19 resource centre remains active.

ÉVACUATION SANITAIRE ET DÉPLOIEMENT D'UN HÔPITAL MILITAIRE DURANT LA CRISE COVID : LE BIOMÉDICAL ÉGALEMENT SOLLICITÉ



K. BELLENGER (INGÉNIEUR BIOMÉDICAL)^a P. HOKAYEM (OFFICIER INGÉNIEUR BIOMÉDICAL)^b A. CHARLES (INGÉNIEUR BIOMÉDICAL)^c C. VANLERBERGHE (INGÉNIEUR BIOMÉDICAL)^{d*}

a CHRU de Brest, 2 avenue Foch, 29200 Brest

b Direction centrale du service de santé des armées, 60 boulevard du gal Martial Valin, CS 21623, 75509 Paris Cedex 15

c AP-HM, chemin des Bourrely, 13015 Marseille Cedex 20

d Centre hospitalier de Valenciennes, 114 avenue Desandrouin, 59300 Valenciennes

*Auteur correspondant. Mail : vanlerberghe-c@ch-valenciennes.fr

INTRODUCTION

En ce début d'année 2020, la ville de Wuhan et ses millions d'habitants sont déjà totalement confinés depuis de nombreuses semaines pour tenter de juguler la propagation du nouveau coronavirus sars-cov2. Peu après l'apparition des premiers clusters européens en Italie, la France connaît également une multiplication des cas de COVID-19. Quatre régions, l'Île-de-France, le Grand-Est, l'Auvergne-Rhône-Alpes et les Hauts-de-France se retrouvent rapidement impactées de manière très significative : afflux de patients aux urgences ou via le Samu et saturation des capacités initiales de réanimation.

Face à cette crise sanitaire sans précédent, les équipes d'ingénierie biomédicale ont été particulièrement sollicitées pour permettre l'augmentation du capacitaire en réanimation, la réorganisation des plateaux techniques et la sécurisation des approvisionnements en équipements afin de faire face à cet afflux massif de patients. Au-delà de ces actions, des ingénieurs biomédicaux ont également participé à des mesures nationales exceptionnelles destinées à faire baisser la tension sur les lits de réanimation des régions les plus touchées. Deux retours d'expérience sont présentés ici : le transfert sanitaire ferroviaire depuis Paris vers

la Bretagne et la mise en place d'un hôpital « de campagne » à Mulhouse.

RAPATRIEMENT SANITAIRE FERROVIAIRE, L'EXEMPLE DU CHRU DE BREST

La Bretagne a vraisemblablement bénéficié des effets du confinement ainsi que de son éloignement des foyers épidémiques les plus intenses. Le CHRU de Brest faisait partie des CHU en zone verte qui ont pu prendre en charge des patients des zones en tension. Cette logistique de transport des patients a été réalisée de manière tout à fait inédite par moyen ferroviaire. Par deux fois, la SNCF a mis à disposition un TGV pour le rapatriement des patients (EVASAN — évacuation sanitaire) deux évacuations ont eu lieu : « Chardon 5 » le 1^{er} avril 2020 et « Chardon 8 » le 5 avril 2020 pour l'évacuation de patients parisiens. Ceux-ci ont été transférés vers le CHU de Brest, mais également vers d'autres hôpitaux bretons, afin de répartir la prise en charge de ces patients sur différentes structures et remplir intégralement les 24 postes disponibles dans chaque train.

■ La préparation, une étape primordiale

En amont de la phase opérationnelle, une liste des équipements nécessaires pour la prise en charge d'un patient

a été établie et puis complétée le jour même. La prise en charge ferroviaire entraîne des différences certaines dans la typologie d'équipements embarqués par rapport à un patient pris en charge en chambre de réanimation. Le pack complet d'équipements pour la prise en charge d'un patient en EVASAN est composé des éléments suivants : un moniteur multiparamétrique avec batteries (ainsi que tout le nécessaire au suivi des paramètres PNI, SPO2, ECG et PA), un ventilateur de transport avec circuit et filtres, un brancard avec matelas immobilisateur, sangles et pompe, un aspirateur à mucosités sur batterie avec stop vide et sondes d'aspiration, quatre pousses seringues, une têtère gel, un ballon autoremplisseur à valve unidirectionnelle (BAVU). Une importance toute particulière a été apportée aux équipements de *back-up* indispensables en nombre suffisant pour palier aux pannes et casses en route, tout dépannage étant impossible. Cette dotation d'équipements pour chaque patient se complète des équipements mutualisés pour la prise en charge de l'urgence vitale (DSA, vidéolaryngoscope) et de tout le nécessaire pour la biologie délocalisée.

Le rôle du logisticien, a fortiori biomédical sur un transfert de patients a suivi les séquences suivantes :

- J-2 : logistique amont du trajet Paris–Brest :
 - identification des équipements mobilisables au sein du CHU de Brest,
 - récupération et vérification,
 - conditionnement pour le transport,
 - chargement du camion à destination de Paris ;
- J-1 : préparation du TGV (18h à 21h) :
 - déchargement du camion à son arrivée,
 - préparation des postes dans chaque wagon avec check-list identique pour chaque patient,
 - vérification des équipements,
 - branchements pour recharge toute la nuit ;
- Jour J : Noria et installation des patients dans le TGV (5h à 10h) :
 - télé-assistance en cas de panne/casse,
 - fourniture des accessoires/consommables nécessaires aux équipes pour le trajet,
- Jour J : trajet Paris–Brest avec arrêts intermédiaires (10h à 17h) :
 - assistance en cas de panne/casse,
 - fourniture des accessoires/consommables nécessaires aux équipes pour le trajet,
 - adaptation de la dotation dans les wagons en fonction de l'évolution des patients ;
- Jour J à J+1 : logistique aval :
 - évacuation des déchets dans les wagons,
 - tri des équipements sales/propres,
 - mise en désinfection des équipements sales,
 - remise opérationnelle des équipements ayant servis au transfert.

■ La coordination des équipes

Presque tous les corps de métiers « supports » ont été impliqués pour la bonne réussite de ces opérations (logistique, bionettoyage, pharmacie, etc.) avec également une coopération interétablissements amont et aval. Ces facteurs humains et organisationnels se sont avérés parfois complexes avec des impacts également pour les équipements médicaux.

La phase de préparation a été aussi courte qu'intense avec une consolidation complexe des check-lists entre les équipes médicales, le SAMU 75 apprenant et consolidant les check-list au fil des EVASAN. Le droit à l'erreur dans cette phase est nul, car une fois le camion logistique parti tout oublié n'est pas récupérable et pourrait — cas extrême — empêcher la prise en charge d'un patient.

La répartition des patients dans les voitures du train est faite par le SAMU 75 dans une optique de faciliter les sorties des patients du train et non par destination finale du patient. Ce qui implique deux choses : la présence de patients de plusieurs sites

dans chaque wagon et l'utilisation par les équipes d'équipements issus d'autres sites, non forcément maîtrisés. Cette hétérogénéité d'équipements est particulièrement critique et stressante pour les équipes en cas de méconnaissance de l'équipement. Les équipes ont donc dû faire preuve d'adaptabilité et de calme tout au long des transferts. De plus, lors du trajet, les arrêts successifs donnent lieu à des réorganisations de wagons et d'équipes médicales compliquant encore la donne.

La communication a été une des clés du succès de cette mission. Les équipes communiquaient tout au long du trajet par appels ou messages WhatsApp. La gestion des flux des équipements au sein du train a été primordial afin d'éviter les contaminations croisées et une politique de marche en avant a été mise en place pour que chaque dispositif entrant en zone sale y reste jusqu'à sa décontamination.

■ L'organisation technique et biomédicale lors du transfert

Dans l'organisation technique retenue, la salle basse du wagon était destinée à accueillir les patients (dite « zone sale ») alors que la salle haute était réservée à la logistique (figure 1).

Un atelier biomédical a été mis en place dans le train pour assurer la continuité de fonctionnement des dispositifs médicaux utilisés dans la prise en charge des patients. Il convient de préciser que, durant la phase de transfert, sa fonction première n'était pas de réaliser des réparations techniques, car une fois utilisé sur un patient, un équipement était considéré comme contaminé donc devant impérativement rester dans la partie basse du wagon.

La fonction principale de l'atelier était donc de disposer de matériel en sur-numéraire, en condition de fonctionnement opérationnel (branché, chargé...) pour palier tout défaut de fonctionnement dans la zone de prise en charge des patients. Il avait également pour fonction de gérer tout le stock d'accessoires-consommables ainsi que de tenir à jour l'affectation des différents équipements dans les wagons. Il fallait ainsi



Figure 1. Organisation des wagons pour le transfert des patients.

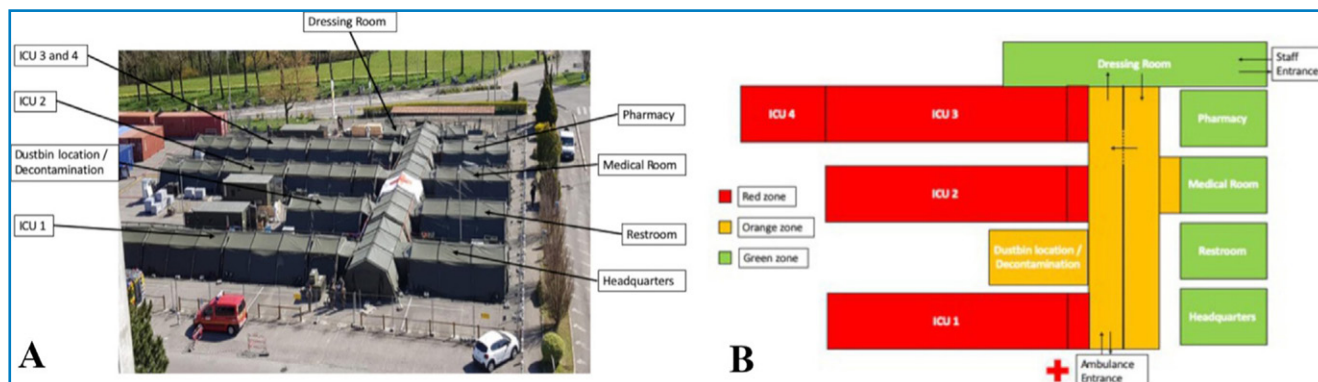


Figure 2. Vue aérienne de l'hôpital militaire déployé à Mulhouse.

être prêt et opérationnel pour répondre à toute sollicitation des soignants.

■ La mise en place de l'hôpital militaire de Mulhouse

Le service de santé des armées se voit confier en mars 2020 la mise en place d'un hôpital militaire pour désengorger l'afflux de patients en réanimation au centre hospitalier de Mulhouse. Cet hôpital est prévu pour accueillir 30 lits ce qui n'est pas une mission habituelle pour l'armée. En effet, d'habitude elle déploie des petites ou moyennes structures en opérations, où le blessé militaire effectue un séjour le plus court possible avant d'être rapatrié vers la métropole. Une coordination a été nécessaire entre le service de santé des armées et le centre hospitalier de Mulhouse afin d'apporter ces 30 lits supplémentaires.

Il avait pour but la prise en charge dans les meilleurs standards de soins de patients COVID-19 dans un état critique de détresse respiratoire, mais il devait également protéger les soignants qui y travaillaient.

L'hôpital a été monté en un temps record. Il ne fallut que 6 jours entre l'ordre donné par Emmanuel Macron (Président de la République française) et l'accueil du premier patient. L'hôpital a été testé et sécurisé entre les 21 et 23 mars 2020 et entièrement équipé de dispositifs médicaux de soins intensifs.

À son pic d'activité, les trois ailes de soins intensifs ont été mises en service

de manière progressive. Chaque lit était équipé d'un respirateur de réanimation, de monitoring, de pompes seringues, d'une pompe volumétrique, d'une pompe de nutrition entérale, d'un matelas anti-escarres et d'un système d'aspiration. Dans chaque aile nous pouvions retrouver un échographe, un analyseur de sang portable, un défibrillateur ainsi qu'un concentrateur à oxygène médical.

Afin de protéger les soignants, l'hôpital a été divisé en trois zones (verte, orange et rouge), où une tenue spécifique à chaque zone était obligatoire (masque FFP2/3, gants, etc.) (figure 2).

Une communication accrue a été mise en place entre le service de santé des armées et le centre hospitalier de Mulhouse, avec notamment l'utilisation de l'informatique du centre hospitalier par les équipes des armées.

Si le patient nécessitait des soins particuliers tels qu'une dialyse ou une oxygénation extracorporelle, il était renvoyé dans le service de soins intensifs du centre hospitalier de Mulhouse.

Cette mission militaire a mis en lumière quelques problématiques qui ont été résolues au cours de la mission. En effet, il a fallu mettre en place des équipes de soignants militaires et civiles. Certains soignants n'étant pas habitués à travailler dans ce milieu avec des équipements qu'ils ne connaissent pas forcément tous. Une adaptation rapide était un impératif pour que cette mission soit menée dans les meilleures conditions. D'autres contraintes

ont été perçues : l'accès au scanner, les pénuries de médicaments, les besoins imprévus, les contraintes climatiques (-5°C la nuit et plus de 30°C la journée), ce qui est une contrainte importante pour les dispositifs médicaux de soins critiques.

À partir du 7 mai 2020, l'hôpital militaire de Mulhouse n'accueillait plus de patient. Une nouvelle logistique de décontamination des équipements et du matériel est nécessaire avant un démontage et rapatriement de la structure. Le service de santé des armées se tient prêt pour une potentielle deuxième vague pour déployer de nouveau cette structure.

CONCLUSION

Durant la phase aiguë de la crise COVID-19, de nombreux services biomédicaux ont été fortement mobilisés pour adapter et faire évoluer les plateaux techniques hospitaliers. Leur expertise a également été mise à contribution pour apporter un appui logistique avec une forte adaptation des habitudes de travail. Ainsi ils ont pu participer aux succès des opérations spécifiques de soutien aux hôpitaux en tension. Ce type d'expériences pourrait être renouvelé dans le futur pour gérer une deuxième vague ou une autre crise sanitaire.

DÉCLARATION DE LIENS D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.