Retour d'expérience des évacuations par train à grande vitesse de patients en syndrome de détresse respiratoire aiguë sur infection à Covid-19 : les missions Chardon*

Feedback on Medical Transfer by High-Speed Train during the COVID-19 Crisis in France: The Chardon Missions*

L. Lamhaut · C.-M. Nivet · C. Dagron · L. Nace · F. Braun · P. Carli

Reçu le 12 juillet 2020 ; accepté le 18 août 2020
© SFMU et Lavoisier SAS 2020

Résumé Lors de la crise Covid-19 en France, il a fallu transférer des patients de zones où les lits de réanimation étaient saturés vers d'autres régions. Tous les moyens ont été utilisés : terrestre, aérien, maritime... Pour la première fois, des trains à grande vitesse (TGV) ont été utilisés. Le transport ferroviaire avait été utilisé largement pendant la Première Guerre mondiale. Ces transferts ont nécessité une collaboration extrêmement importante interservices : ministère, agences régionales de santé, hôpitaux, Samu zonaux, Samu, Smur associations de sécurités civiles, sapeurs-pompiers... L'une des collaborations des plus importantes a été celle avec la SNCF qui a permis une adaptation des rames, sécurisations des itinéraires, adaptation de la conduite... Chaque voiture transporte quatre patients intubés en syndrome de détresse respiratoire aiguë avec un médecin senior, un junior, quatre infirmiers et un logisticien pour la réalisation de la surveillance et des soins. Dans chaque rame, une équipe de

régulation médicale est présente pour la coordination. Il y a eu dix évacuations sanitaires, qui ont transporté 197 patients sur 6 600 km (350–950 km/TGV). Le transport le plus long a été de 7 h 14 min. On n'a pas relevé de complications majeures pendant les transferts. Plusieurs questions restent en suspens comme les critères de sélections des patients, la mise en place d'un train sanitaire aménagé permanent, un stock de matériel. Afin de mieux connaître les conséquences sur les patients, une étude est en cours. Les urgentistes ont une nouvelle corde à leur arc avec la possibilité d'effectuer des évacuations sanitaires en TGV pour des patients médicaux graves sur de longues distances.

Mots clés Covid-19 · Train Grande Vitesse (TGV) · Transfert sanitaire · Samu

Abstract During the COVID-19 crisis in France, despite an incredible increase in the number of intensive care unit (ICU) beds, these were not sufficient in the areas (Great East and Paris areas) most impacted by the disease. The decision was taken to transfer patients to other areas. The medical train was especially used in the First World War. Since then, it had not been used. The SAMU of Paris in collaboration with several partners had organized a bombing exercise in May 2019 with mass casualty evacuation using high speed trains. The ministry of health decided to urgently evacuate COVID-19 patients with acute respiratory syndrome (ARDS). High speed trains (TGV) were equipped accordingly. Sanitary fittings have evolved over time in collaboration with the train company (SNCF). A specific organization was set up: choice of routes, stations, hospitals, etc. This required a multi-service organization. In each wagon, four intubated patients were cared for by a senior and junior doctors, 4 nurses, and a logistician. The operations were coordinated by a medical regulation team posted on the train. In total, 6600 km were traveled (350–950 km per journey), the

L. Lamhaut (✉) · C.-M. Nivet · C. Dagron · P. Carli
Samu de Paris, CHU Necker-Enfants-malades,
Assistance publique-Hôpitaux de Paris (APHP),
149, rue de Sèvres, F-75015 Paris, France
e-mail : lionel@lamhaut.fr

L. Lamhaut · P. Carli
Université de Paris, F-75015 Paris, France

L. Lamhaut
UMR Inserm 970, Paris Cardiovascular Research Center
(PARCC), université de Paris, F-75015 Paris, France

L. Nace
Samu zonal Grand Est, CHRU de Nancy,
F-54000 Nancy, France

F. Braun
Samu 57, CHR de Metz-Thionville, F-57000 Metz, France

* Remerciements

longest journey being 7 h 14 min, and 197 patients were transferred during these medical train evacuations. There were no major complications during the transfers. Some issues such as patient eligibility need to be further discussed. The possibility of having permanently equipped “hospital trains” with dedicated hardware could also be debated. We are trying in a dedicated study to assess the consequences of these transfers. In any case, sanitary transfers by TGV are definitely an option during major health crises.

Keywords COVID-19 · High speed train (TGV) · Interhospital transfer · SAMU

Introduction

La crise Covid-19 en France a obligé les autorités sanitaires à prendre la décision de transférer des patients de zones à haute circulation virale vers des zones à faible circulation, où les ressources réanimatoires étaient non saturées. Ces transferts avaient pour but de libérer des lits de soins critiques. Dans les régions concernées, ils étaient soit déjà saturés ou à la limite de la saturation. En transférant juste avant la saturation, cela a permis d’éviter une désorganisation et d’avoir à faire un triage pour l’accès en réanimation avec des choix éthiques complexes. Le nombre de patients étant important, il a été décidé d’utiliser le train en complément des autres types de transferts (routiers, aériens). Il s’agit de trains à grande vitesse (TGV) sanitaires dits missions « Chardon ». Ce document a pour but de réaliser un retour d’expérience de ces missions.

Trains sanitaires : une histoire ancienne

La crise Covid-19 a remis en avant la notion de transfert sanitaire par train. Il faut garder à l’esprit que ce mode de transfert a été développé au XIX^e siècle. Dès lors, des trains ambulances ont été proposés, avec des adaptations pour recevoir des blessés couchés ou assis. Les projets comportaient des pharmacies. Leur utilisation réelle attendra la Première Guerre mondiale. Ils ont été un moyen majeur d’évacuation des blessés des structures primaires vers l’arrière, et de l’arrière vers des structures définitives à distance. Il y a eu deux types de trains, des trains dits « permanents » préinstallés et des trains de renforts plus sommaires, mais de plus grandes capacités. Il est intéressant de noter que dans les manuels régissant les trains sanitaires, il était prévu qu’ils soient médicalisés avec une logistique dédiée. [1] Cette logistique comprenait par exemple des arrêts dans certains hôpitaux sur le trajet et des gares adaptées ainsi que des wagons pour le chargement des blessés. Ces aspects logistiques n’ont pas manqué de refaire surface lors des transferts

sanitaires de la crise Covid-19. Pendant la Seconde Guerre mondiale, les trains ont repris du service, mais dans des conditions différentes en raison d’un champ de bataille de conception différente et des infrastructures ferroviaires très endommagées. Depuis le concept de trains permanents sanitaires militaires a été abandonné en France.

Dans la suite des attentats de novembre 2015, la question de transfert de nombreuses victimes d’une zone de défense vers une autre s’est posée [2]. Le TGV est apparu comme un vecteur de choix. En effet, le réseau de gares SNCF est très important, les villes à moins de deux ou trois heures sont extrêmement nombreuses. Dans cette démarche, un exercice en collaboration entre les Samu de Paris, Metz, Nancy, le Samu zonal d’Île-de-France, le Samu zonal Grand Est et la SNCF a été réalisé. Il s’agissait de l’exercice « Chardon » (symbole de la Lorraine au cœur de l’exercice) qui a eu pour but de simuler l’évacuation de 24 urgences absolues (UA) et 92 urgences relatives (UR) de Metz vers Paris dans les suites d’un attentat. Cet exercice s’est déroulé dans la nuit du 21 mai au 22 mai 2019. Il a permis de tester les différents éléments de soins (dont un bloc opératoire dans le train) logistique et opérationnel. Cet exercice a permis de valider le concept de TGV sanitaire moderne. Le nom de mission « Chardon » a été repris en référence à cet exercice.

Organisation avant les transferts

Critères de sélection des patients

La première question a été de sélectionner les patients qui devaient bénéficier de ce type de transfert. Il faut se remémorer qu’à cette période les connaissances sur l’évolution des syndromes de détresse respiratoire aiguë (SDRA) Covid-19 étaient encore mal précisées. À ce moment, il semblait que la maladie évoluait pour les malades intubés, par une phase instable nécessitant 24 à 48 heures de soins intensifs avant une phase plus calme pouvant se réaggraver très vite. En raison de l’instabilité des patients non intubés et la non-indication à la ventilation non invasive à cette période, les patients non ventilés mécaniquement étaient exclus.

Dans ces conditions, il a été décidé de prendre des patients dans cette phase d’accalmie avec des paramètres ventilatoires compatibles avec les respirateurs modernes de transports. Les paramètres retenus étaient similaires à ceux employés dans cette période pour les évacuations hélicoptérées. En pratique, il s’agissait de patient avec un diagnostic de certitude Covid-19 par RT-PCR (*reverse transcriptase polymerase chain reaction*) et/ou scanner thoracique sous ventilation mécanique contrôlée stricte (volume ou pression), avec une pression expiratoire positive (PEP) inférieure ou égale à 14 mmHg et une fraction inspirée d’oxygène (FiO₂) inférieure à 60 %. Les patients étaient ventilés depuis

plus de 24 heures et n'avaient pas eu de séance de décubitus ventral depuis plus de 24 heures. Sur le plan hémodynamique, il ne devait pas recevoir plus de 1 mg/h de noradrénaline. Les patients en insuffisance rénale substituée étaient exclus afin d'éviter la gestion des troubles ioniques urgents pendant le transfert. Pour faciliter le brancardage, le poids corporel était limité à 100 kg. Les patients porteurs de bactéries multirésistantes (BMR) étaient exclus. Il n'y avait pas de limites d'âge. L'accord des familles était systématiquement demandé avant les transferts.

Centres « envoyeurs »

Une fois les critères de sélection des patients définis, il fallait pour chaque transfert trouver les patients dans les centres. Au vu du nombre de patients atteints dans les régions concernées, ce qui pouvait paraître comme une évidence ne l'a pas été. En fait, des contraintes logistiques sont venues compliquer les choses. L'un des principes des évacuations Chardon est de ne pas ou peu employer les ressources locales. De ce fait, les patients étaient pris en charge directement à l'hôpital par les équipes du train qui assuraient ensuite le transport. Il s'agissait de convois avec des moyens médicalisés et paramédicaux qui ne pouvaient être scindés. Il fallait donc que chaque centre puisse envoyer dans l'idéal quatre patients pour correspondre à la volumétrie prise en charge par une unité mobile hospitalière ferroviaire (UMHF). Nous pouvions compléter s'il manquait un patient par un patient isolé amené par le Smur local. À cela, il a fallu ajouter la possibilité de dégradation clinique des patients initialement sélectionnés. Au cours de notre expérience, environ 20 % des patients n'étaient plus compatibles avec les critères de sélections le matin du départ. Il fallait donc des patients « supplémentaires » sur une liste d'attente dans chaque centre pour optimiser les places de transferts. L'un des points limitants pouvait être les délais pour obtenir les consentements des familles dans un temps restreint. Le choix des centres était aussi conditionné par le temps d'acheminement vers la gare, pour éviter un transfert terrestre trop long avant le TGV sanitaire. La priorité des centres bénéficiant de cette « décharge » était faite en relation avec les agences régionales de santé (ARS) locales, régionales, les centres hospitaliers et les Samu zonaux compétents. L'ARS avait la décision finale des centres concernés. La décision des transferts interzonaux était sous autorité ministérielle dans le cadre d'une gestion nationale.

Organisation logistique des rames et synergie avec la SNCF

Lors des missions Chardon, le train était composé de deux rames. Une première avec les personnels techniques de la SNCF qui ouvraient la voie et la seconde avec les patients

et les équipes sanitaires. Lors de l'exercice Chardon, nous avons constaté que nous pouvions installer et travailler dans de bonnes conditions, avec quatre patients allongés. Il n'a été utilisé que des TGV à deux étages lors des missions Chardon. Cela a permis de garder des zones contaminées et des zones propres avec un passage possible sur tout l'axe du train.

Les salles basses étaient les zones de soins contaminés. Un SAS pour se changer était installé devant les portes battantes d'accès à la salle (zone orange) (Fig. 1). Toutes personnes dans la zone rouge devaient être équipées de protections individuelles (lunettes, masques FFP2, charlotte, blouse étanche, deux paires de gants, surchaussures). Dans les premiers TGV, les brancards étaient installés sur les montants des sièges des voitures. Cela imposait de travailler en hauteur avec une hauteur sous plafond faible, posant des problèmes pour les débits de perfusion. Dès le premier retour d'expérience de Chardon 1 au technocentre de la SNCF, il est apparu possible de démonter les dossiers permettant de travailler à hauteur d'homme et de manière naturelle. Cela a facilité grandement le brancardage. Pour toutes les autres missions, cette stratégie a été adoptée. D'autres éléments comme des porte-bagages ont pu être démontés. Un plan de démontage des sièges et porte-bagages a été fourni à la SNCF afin que cette dernière prépare les rames en amont de la mission (Fig. 2).

L'un des points fondamentaux était l'alimentation électrique du matériel pendant les transferts. Nous avons réalisé des essais avec les équipes de la SNCF, mais ce point avait déjà été testé lors de l'exercice de 2019. Il n'y avait pas de problème en roulant, hormis sur les changements de tension sur le trajet avec des coupures d'une à deux minutes. Cela a posé des problèmes pour le matériel « non adapté au transport » comme certains scopes. Il ne faut utiliser systématiquement que des matériaux avec batteries en état de marche. Afin d'anticiper une rupture électrique, la SNCF embarquait systématiquement plusieurs groupes électrogènes dans la première rame qui pouvaient maintenir l'alimentation électrique si besoin.

Le stockage de l'oxygène était anticipé avant le départ, en relation avec le ministère de la Santé. Les bouteilles étaient chargées au départ, réparties dans chaque voiture. Afin d'éviter de contaminer les bouteilles et de pouvoir les réutiliser rapidement (stock en tension) un minimum était installé en salle basse, les autres étant stockées en zone propre ou logistique et amenées au fur et mesure. Une marge de sécurité de 20 % par patient en FiO₂ était respectée. Les livraisons étaient coordonnées avec les agents des gares de départ.

Les protections individuelles étaient commandées via le ministère de la Santé pour équiper le TGV avant le départ. Les stocks des régions concernées étant en tension, les équipements ont été pris sur les stocks stratégiques.

Fig. 1 Différentes étapes de prises en charge A. Installation des patients dans la voiture. Les patients sont installés sur les dossiers des sièges. Des zones de surveillances sont mises en place. B. Installation des patients dans la voiture après modification de la rame. Les dossiers des sièges ont été supprimés. Les gestes sont plus faciles à réaliser, la hauteur sous plafond est plus grande, le patient est à hauteur pour travailler. C. Brancardages par les associations de secourismes agréées de sécurité civile selon la technique de la « tortue ». D. Mise en place d'un SAS de transition (zone orange) entre la zone de soins (zone rouge) et la zone de vie (zone verte)

Fig. 2 Plan d'installation dans les voitures. Ce plan sert au chef de train pour la répartition des patients et des équipes. Il est réalisé en fonction des hôpitaux de départs et d'arrivées. UMHF : unité mobile hospitalière ferroviaire, RIZF : régulation inter-zonale ferroviaire, Régulation IZ : régulation inter-zonale, SAMU Bdx : SAMU Bordeaux, S : sortie

En pratique, un TGV était composé de huit voitures. La première était dédiée à la logistique et au stockage du matériel. Six voitures (UMHF) pouvaient recevoir quatre patients chacun, soit 24 patients au maximum. La voiture « Bar » devenait la zone de régulation permettant d'informer en temps réel de la situation et superviser les différentes UMHF. Les salles hautes, considérées comme des zones propres, étaient transformées en zones logistiques et de vie où le port du masque était obligatoire. C'est par ces salles hautes que l'on pouvait circuler d'une voiture à l'autre tout au long de la rame (Fig. 1).

Pour le matériel, le Samu zonal Île-de-France (sauf pour le Chardon organisé par le Samu zonal Grand Ouest) équipait les trains avant le départ, disposait l'oxygène, les brancards et mettait à disposition deux respirateurs de secours, un échographe et un laboratoire portable pour l'ensemble du train en complément des équipements de chaque équipe. Un dispositif d'assistance circulatoire (ECMO) fournie par le Samu zonal Île-de-France était aussi positionné dans chaque Chardon (sauf Chardon 6) au cas où un patient s'aggravait et nécessitait la pose d'une ECMO pendant le transfert. Dans ces Chardon, une des équipes des UMHF ou un des

médecins-« chefs de train » était capable de poser cette assistance circulatoire. Une check-list du matériel par patient était donnée à chaque équipe des UMHF pour préparer le matériel en amont. Ainsi, les équipes des centres receveurs venaient avec leurs propres scopes, respirateurs, pousse-seringues, etc., évitant les multiples changements de matériels et réalisant ainsi une épargne dans les régions les plus touchées. Cela permettait d'éviter la gestion du retour des équipements au plus fort de la crise. Cependant, des problèmes sur les respirateurs et seringues électriques amenés par les équipes sont apparus. La question d'un stock permanent pour équiper un TGV sanitaire doit donc se poser à l'avenir.

Concernant les stocks pharmaceutiques, un minimum pour la réanimation de base était demandé aux équipes des trains. Il était demandé aux réanimations de départ de préparer les traitements pour 12 heures ainsi que les bases des perfusions. Le but étant une poursuite de tous les traitements hors alimentation pendant le transport.

Les itinéraires des trains étaient réalisés avec la SNCF, le choix des gares de débarquement et arrêts étant soigneusement choisis (cf. infra). Il a été décidé de ne pas faire plus de deux arrêts par trajet pour éviter des temps de débarquements

trop importants pour les patients restant dans le train. Les itinéraires étaient sécurisés, ainsi que les passages à niveau qui étaient tous protégés lors des passages des Chardons. Ce travail commun a porté aussi sur l'amélioration de la tolérance hémodynamique pour les patients, en évitant des décélérations trop brutales.

Organisation de la gare d'embarquement et noria

Le choix de la gare était un élément stratégique majeur. Les critères ont légèrement évolué au fil des missions Chardon. Par exemple, l'accès direct des ambulances sur le quai du TGV ne semble pas souhaitable, car compliquant les manœuvres de brancardage et de gestion de la circulation sur les voies. Les critères finaux retenus sont les suivants :

- proximité des différents centres hospitaliers ;
- possibilité d'aménagement d'une zone de parking pour les ambulances et réaliser une noria entre les ambulances et le train ;
- possibilité d'une zone d'attente en gare avec point d'électricité, non exposée aux conditions météorologiques avant l'embarquement des patients ;
- des quais larges sans escalier pour accéder de plain-pied sur le quai en brancard roulant ;
- points d'électricité sur le quai ;
- possibilité d'avoir des zones contaminées et propres.

Les gares de débarquement avaient toutes les mêmes caractéristiques. La sécurisation des gares était réalisée en collaboration avec la SNCF et les préfectures. Aucun autre trafic n'avait lieu pendant les missions Chardon sur la ligne utilisée.

Plan du train et d'embarquement

Il s'agit d'une des étapes les plus importantes et des plus complexes. En effet, afin de limiter au maximum les temps d'embarquement et de débarquement des patients, la stratégie est d'utiliser toutes les portes de la rame en parallèle, en sachant que l'embarquement ne peut se faire qu'un malade à la fois par voiture. On peut ainsi embarquer et débarquer jusqu'à six patients en parallèle par train. Une fois embarqué dans la voiture, le patient ne peut plus changer de place. Il faut donc tenir compte dans le plan de chargement que le premier patient embarqué dans la voiture sera le dernier débarqué. Il est donc préférable de positionner les patients les plus stables comme les premiers embarqués dans les différentes voitures de la rame.

Ce plan doit donc prendre en compte l'heure d'arrivée du patient à la gare, la destination finale pour connaître sa position au débarquement (s'il existe un arrêt intermédiaire) et le matériel à utiliser pour éviter les changements. Chaque patient est pris en charge avec le matériel en provenance de

son hôpital de destination. De ce fait chaque patient a une place attribuée, une équipe en charge de son transfert, de sa surveillance, un matériel dédié et une ambulance de transfert au départ comme à l'arrivée.

Ce plan était amené à se modifier en fonction des annulations de dernière minute, de l'état de santé d'un patient où il semblait plus raisonnable d'être débarqué au premier arrêt ou tout autre impondérable. Ce plan était sous la responsabilité du chef de train médical, véritable régulateur déporté. Il travaillait en très étroite collaboration avec les équipes du train et les Samu locaux de départ et d'arrivée. Il était en relation permanente avec le ministère, les ARS et les Samu zonaux.

Organisation pendant le transfert

Chaque UMHF était armée par une équipe multidisciplinaire, composée d'un médecin senior (urgentiste ou réanimateur), d'un médecin junior, de quatre paramédicaux infirmiers (IDE) ou infirmiers anesthésiste (IADE) avec la présence d'au moins un IADE si possible, et d'un logisticien. Cette équipe était en charge de manière autonome de quatre patients. Les équipes étaient principalement en provenance des zones d'accueil des patients afin de décharger les équipes sous tensions et d'éviter les rotations de personnels. Néanmoins, elles pouvaient être complétées par des équipes des zones de départ.

Dans la voiture de régulation étaient présents le médecin-chef du train, un assistant de régulation médicale (ARM) et un logisticien. Un réseau radio a été mis en place dans le train via Antares et via la téléphonie interne du TGV entre le médecin-chef de train et les différentes UMHF. Le médecin-chef répartissait auprès de chaque UMHF les patients la veille au soir, pour espacer les départs vers les centres hospitaliers.

Pour les norias entre les hôpitaux et le train, il a été fait appel aux associations agréées de secourisme, ambulanciers privés, sapeurs-pompiers et Smur. Il a été demandé dans chaque véhicule, la possibilité d'avoir un branchement électrique, un obus d'oxygène de 5 l et un de 15 l. Chaque équipe d'UMHF partait en convoi de quatre véhicules sous escortes policières vers un même centre hospitalier. Deux véhicules étaient médicalisés par un médecin (senior et junior) et un personnel paramédical et deux véhicules par un IADE ou IDE. Les véhicules restaient tous groupés au sein du convoi permettant un renfort médical d'un véhicule à l'autre si besoin pendant la noria. Un véhicule léger du Samu départemental, conduit par un ambulancier ou aide-soignant seul, escortait chaque convoi permettant un renfort logistique si besoin. De plus, ce Samu départemental a une bonne connaissance des hôpitaux de départ des patients et peut guider les équipes.

Les convois étaient en contact permanent avec la régulation du train. Cette dernière suivait les déplacements pour adapter l'embarquement en fonction des convois se présentant en gare.

L'embarquement était réalisé par l'équipe en charge avec le renfort de secouristes des associations de sécurité civile embarqués dans le train. En effet, une technique spécifique d'embarquement a été développée avec ces dernières, à dos d'homme sous une forme de « tortue humaine ». Cette technique permet une stabilité des patients et un transport en sécurité et a été développée pendant l'exercice de 2019 (Fig. 1). Chaque Chardon embarquait une vingtaine de secouristes pour réaliser les phases d'embarquement et de débarquement. Les secouristes embarqués étaient attribués à chaque UMHF pour aider à la logistique, transport d'oxygène... Ils n'étaient pas engagés dans les soins.

Pendant le transfert, la surveillance était réalisée par chaque UMHF. Un contrôle d'identitovigilance était réalisé avec une actualisation des éléments de gravité pour chaque patient. Les centres receveurs étaient ainsi informés en temps réel, et la répartition de certains patients a pu être modifiée, par exemple le rapprochement de centre disposant d'assistance circulatoire pour les plus graves. La régulation du train assurait aussi le contact avec les autorités de tutelles (ARS, ministères...) qui pouvaient suivre le transfert en temps réel.

Lors du premier Chardon, il a été repéré des baisses de pressions artérielles lors des décélérations du TGV. Une adaptation immédiate a été mise en place par les conducteurs de la SNCF. Ainsi les décélérations brutales ont été évitées. Un briefing commun avec l'équipe SNCF et le chef de train avant chaque départ a permis de cerner les zones à risque et les changements de tension électriques. Cette communication permanente fut un élément clé de la sécurité de ces transferts.

Lors des transports, des contrôles gazométriques étaient proposés pour des adaptations aux ventilateurs. Le TGV était particulièrement stable. Il a permis le remplacement de cathéter artériel ou une réintubation sans complication. Certains patients ont dû bénéficier de positionnement (latéralisation, mise à 40°) pour permettre un meilleur recrutement alvéolaire, en raison d'aggravation respiratoire et d'augmentation des pressions expiratoires ou de la FiO_2 .

Résultats

Il y a eu dix missions Chardon entre le 26 mars 2020 et le 10 avril 2020. Quatre sont partis de la région Grand Est et six de la région Île-de-France. Au total, 6 600 km ont été parcourus (350–950 km), la plus longue durée de trajet a été de 7 h 14 min (Fig. 3), et 197 patients ont été transférés lors de ces évacuations en TGV sanitaire. L'âge moyen était de 63 ± 10 ans, il y avait une majorité d'hommes (73 %). Parmi ces patients, 57 (45 %) patients avaient eu des séances de décubitus ventral au préalable du transport. Le dernier rapport de la réanimation expéditrice montrait un ratio P/F des patients ($n = 116$) de 184 ± 59 avec un pH artériel de $7,42 \pm$

$0,06$. Le P/F à l'arrivée en réanimation d'admission ($n = 97$) était de 162 ± 60 ($p = 0,007$), et comprend donc aussi le transfert de la gare vers le centre hospitalier parfois long, voire hélicoptéré, et le transfert en réanimation.

Il n'y a eu aucun décès en cours de transfert. Sur les premiers résultats, sur 85 patients, aucun décès précoce (48 heures) n'a été noté. Huit patients sont décédés lors de la prise en charge dans le centre receveur à distance. Un patient a bénéficié d'une ECMO dans le centre receveur. Le temps d'embarquement était autour de deux heures pour 24 patients (capacité maximum d'un TGV).

On peut évaluer pour un transfert de 24 patients, qu'il faut mobiliser pendant tout le trajet 48 personnels médicaux ou paramédicaux. Il est intéressant de voir que le ratio de soignants par malade est de 1,75, ce qui est bas en comparaison des autres moyens de transfert. En effet, il mobilise généralement au minimum deux soignants en hélicoptère et trois en routier. Mais il faut prendre en compte l'ensemble des personnels mobilisés soignants mais aussi la régulation médicale, les secouristes... La prise en charge de 24 patients demandait la mobilisation suivante :

- un échelon de régulation délocalisée pour l'embarquement/débarquement : un médecin avec deux ARM ;
- pour le TGV sanitaire pour les soins, un total de 42 personnels composés de six médecins seniors, six médecins juniors, 24 IDE ou IADE et six logisticiens ou ambulanciers Smur ;
- un échelon de régulation dans le TGV avec trois personnels composés d'un médecin-chef de train, d'un ARM et d'un logisticien ;
- des secouristes dans le TGV et pour les transferts : 60 personnels composés de 12 secouristes embarqués pour les embarquements/débarquements, 48 secouristes ou ambulanciers pour les transferts des hôpitaux vers la gare.

Ce nombre de personnels important au même moment au même endroit peut faire croire que les transferts en TGV sont hyperconsommateurs en personnel, mais il faut le mettre en rapport avec le nombre de patients transférés.

Discussion

Les transferts par TGV ont été globalement un succès. En effet, on ne note pas de complications importantes pendant les transferts et pas de décès précoces après ceux-ci. Ils ont permis de libérer des places de réanimation rapidement. L'un des points importants a été la rapidité de leur mise en place. Nous aurions pu penser que ce type de dispositif demanderait des jours de préparation avec la multitude des intervenants. Le premier Chardon a été préparé en moins de 48 heures, les suivants en moins de 24 heures.

JUIN 2020

CARTE NATIONALE DES PARCOURS
TGV SANITAIRES CHARDON

Chaque TGV sanitaire est représenté par une couleur et une pastille CHx

Exemple: CH2 représenté en bleu clair est Origine Mulhouse et Destination Poitiers.

CHx : Chardon n° x.
● : Gare origine
● : Gare destination
● : gare d'arrêt intermédiaire
— : tracé emprunté par plusieurs trains sanitaires Chardon

N° DU CHARDON	DATE DU TRAJET	LIEU DE DÉPART	HEURE DE DÉPART	ARRÊT INTERMÉDIAIRE			LIEU D'ARRIVÉE	HEURE D'ARRIVÉE	KM PARCOURS (hors parcours à vide aller et retour et trains isolés)
				LIEU	HEURE D'ARRIVÉE	HEURE DE DÉPART			
1	26/03/2020	STRASBOURG VILLE	10 H 50	ANGERS SAINT-JEAN	15 H 28	17 H 28	NANTES	18 H 05	870 km
2	29/03/2020	MULHOUSE VILLE	11 H 00				POITIERS	17 H 54	750 km
3	29/03/2020	NANCY VILLE	11 H 00				BORDEAUX	14 H 57	900 km
4	1/04/2020	PARIS AUSTERLITZ	12 H 05				RENNES	14 H 00	350 km
5	1/04/2020	PARIS AUSTERLITZ	11 H 05				BREST	16 H 54	590 km
6	3/04/2020	STRASBOURG VILLE	11 H 00	FUTUROSCOPE	15 H 37	17 H 07	BORDEAUX ST-JEAN	18 H 14	950 km
7	5/04/2020	PARIS AUSTERLITZ	09 H 43	LORIENT	13 H 10	15 H 10	QUIMPER	15 H 50	560 km
8	5/04/2020	PARIS AUSTERLITZ	12 H 00	RENNES	13 H 53	15 H 23	BREST	18 H 30	590 km
9	10/04/2020	PARIS AUSTERLITZ	10 H 32				BORDEAUX ST-JEAN	12 H 40	580 km
10	10/04/2020	PARIS AUSTERLITZ	11 H 05	FUTUROSCOPE	12 H 51	14 H 21	ANGOULÊME	15 H 10	450 km

SNCF
RÉSEAU

Fig. 3 Carte nationale des parcours des évacuations sanitaires en train à grande vitesse (TGV) des missions Chardon pendant la crise Covid-19. Carte nationale des parcours TGV sanitaires (source SNCF, reproduit avec autorisation)

Dans les points positifs, il convient de mettre en avant la parfaite cohésion avec la SNCF. Ce point a été déterminant dans la réussite des missions Chardon. Cette coordination a permis d'avoir rapidement les informations utiles comme les itinéraires, la configuration des gares. Néanmoins, la SNCF avait elle aussi des contraintes. La disponibilité des personnels pendant la crise et celle du réseau. Par exemple, lors de Chardon 1, le retour le soir même pour les équipes était impossible, car le réseau n'était pas disponible en soirée. Cela imposait une immobilisation des personnels et du matériel une journée de plus. Cela a été modifié par la suite avec des retours plus tardifs disponibles ou des retours par avions gouvernementaux immédiatement après la mission. Le but étant d'immobiliser, le moins possible, personnels et matériels au pic de la crise. L'autre point était les limites d'adaptations des rames, malgré des adaptations réalisées, il était impossible d'enlever l'assise des fauteuils ou de modifier la composition du nombre de rames. Par exemple, ajouter des rames pour transférer plus de malades en un train. On voit là, l'intérêt de trains sanitaires dédiés à cette fonction qui pourraient ainsi être aménagés. L'autre avantage du train dédié

est aussi l'équipement en matériel médical. Au plus fort de la crise, il n'a pas été sans peine de pouvoir armer le train en respirateur de qualité de transport (ils avaient tous été réquisitionnés pour créer des néoréanimations) et pousseries. L'une des limitations du train dédié est le nombre de créations de rames afin de réaliser assez de rotation avec les temps d'immobilisation pour la désinfection par exemple. Dans notre expérience, nous armions deux trains en parallèle la plupart du temps et nous pouvions avoir à enchaîner rapidement. Cela était possible, car le parc de la SNCF était immobilisé et que nous pouvions utiliser de multiples rames.

L'un des points les plus difficiles à gérer a été la sélection des malades à transférer. Il y a plusieurs facteurs liés à cela. La décision de choix des hôpitaux à délester était choisie initialement par rapport à leur charge en réanimation et non par rapport aux patients éligibles. Le nombre d'hôpitaux à « délester » était fait en fonction de la distance et du nombre de patients à transférer par centre en raison de la contrainte logistique des convois par quatre patients. Cette complexité a rendu nécessaire, par exemple de créer une

cellule spécifique de transfert à l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris. Cette cellule recensait tous les malades potentiellement transférables, le choix était fait par la Direction médicale de crise. Le choix du vecteur et la destination étaient choisis en fonction des différents éléments. L'une des voies d'amélioration serait de scinder les convois en deux pour multiplier le nombre d'hôpitaux pour ainsi recruter plus de malades.

Le point devant être discuté est les critères de sélection. Nous avons pris ceux qui étaient utilisés pour les transferts hélicoptérés, dans la région Grand Est. Au fur et à mesure, nous avons toléré des patients plus graves avec des FiO_2 plus élevées, certains à plus de 80 % ou avec des PEP plus élevées. Il n'est pas apparu de grandes difficultés pour ces patients qui ont bénéficié des traitements identiques aux traitements en réanimation. Certains ont eu du positionnement de décubitus latéral ou par une verticalisation, mais nous n'avons pas été jusqu'au décubitus ventral. Il faut réellement se poser la question de la possibilité de le réaliser. La présence de *snog* inclinables est indispensable pour les patients les plus graves. Concernant les autres limitations, il paraît possible d'accepter des doses de catécholamines supérieures, voire à des associations avec en outre la dobutamine. L'atteinte cardiaque étant fréquente chez ces patients, cela imposerait de prendre des seringues électriques supplémentaires. L'une des questions est le transfert des patients non intubés qui sont sous ventilation non invasive. Il faudrait alors définir des critères d'intubation relativement précis qui imposeraient une surveillance clinique et surtout biologique très rapprochée. Par ailleurs, les respirateurs de transports ont des modes de ventilation non invasive moins évolués que ceux de réanimation, et la plupart des autres dispositifs n'ont pas de batteries ou nécessitent de grandes consommations d'oxygène non compatibles avec les transports de longue durée. Il ne semble donc pas raisonnable de les inclure dans ces transferts. Par contre, les patients en cours de sevrage étaient rendormis et remis en ventilation contrôlée, cela était plus discutable. Il semble que ces patients pourraient rester dans leur mode afin d'éviter de les déstabiliser. Globalement, les critères de sélections de transferts de patients de réanimation et leurs conséquences en fonction du vecteur n'ont pas été étudiés dans la littérature. En effet, hors crise sanitaire, les transferts sont dictés pour une nécessité de plateau technique. Les conséquences des transferts en fonction des vecteurs ne sont pas connues. C'est pour cela que nous menons une étude pour évaluer les conséquences des transferts ferroviaires. Néanmoins, cette étude est complexe en raison de multiples biais, par exemple l'influence des transports pré- ou postacheminement à la gare. Concernant ce point, il semble important d'améliorer notre stratégie de choix des hôpitaux receveurs. Certains patients ont été transférés sur de longues distances par voie terrestre ou hélicoptérée, faisant allonger les trajets de manière notable et pouvant ajouter une morbidité propre à ces vecteurs. Il faudrait probablement

privilégier les hôpitaux proches de la gare d'arrivée (rayon d'une heure de route). Si nous voulons réellement savoir l'influence de ces transferts, il faudrait les comparer ou les appareiller à des patients « témoins » avec toute la difficulté de définir l'appariement nécessaire.

Initialement, nous avons travaillé sur les évacuations sanitaires dans le cadre du *damage control* lors d'un attentat. L'application dans la crise Covid-19 était médicale. Cela démontre que le vecteur ferroviaire peut être adapté à la plupart des pathologies. L'adaptation principale est le matériel et les personnels et leurs spécificités. On peut parfaitement envisager des adaptations pour la pédiatrie, les brûlés... L'un des avantages du ferroviaire est la possibilité de dépasser les frontières. On notera d'ailleurs que les équipes espagnoles ont monté un train sanitaire dédié, qui à notre connaissance n'a pas été utilisé à ce jour.

Les missions Chardon ont montré l'unité du système de santé hospitalière. Les équipes préhospitalières, qui ne se connaissaient pas, ont travaillé ensemble sans aucune difficulté, les différents exercices, retour d'expérience et autres travaux ont permis cette optimisation. Le travail de coordination avec les ARS, ministère, hôpitaux et Samu a aussi été relativement fluide permettant de monter les opérations dans des temps faibles, permettant une réactivité rapide du système et un management le plus précis possible. Néanmoins, la stratégie était établie au niveau national, avec des autorisations de déclenchements des évacuations ferroviaires qui étaient données par le ministère comme les régions de destinations des patients. Cela explique que certaines régions n'ont pas reçu de patient soit elles étaient gardées en réserve pour d'autres régions, ou en attente de leur propre évolution.

Conclusion

Cette crise Covid-19 a permis de mettre en pratique réelle les évacuations sanitaires par TGV pour des malades en SDRA modéré à sévère. Il n'y a pas eu de complication majeure pertransfert. Ces transferts demandent une organisation précise, mais elle est intéressante en nombre de personnels utilisés par patients transférés, avec une qualité de soins préservés. L'un des avantages est la possibilité de transférer les patients sur de longues distances, pouvant rendre possibles des transferts hors des frontières. Une étude complémentaire médicale sur les conséquences des transferts est indispensable que ce soit en TGV, en hélicoptérés ou par la route. Le TGV sanitaire fait partie des réponses possibles en cas de crises sanitaires. Les médecins urgentistes doivent connaître cette possibilité.

Remerciements : Les auteurs remercient les membres du Groupe Chardon : Dr Paër-Sélim Abback (Hôpital Beaujon, APHP, Clichy) ; Pr Frédéric Adnet (SAMU 93, hôpital Avicenne, APHP, Bobigny) ; Dr Jean-Michel Berthommier

(SAMU 19, CH Cœur de Corrèze, Tulle) ; Dr Jean-Marie Bovis (SAMU 40, CH de Mont-de-Marsan, Mont-de-Marsan) ; Dr Pauline Caille (CH de Bretagne Sud, Lorient) ; Dr Dominique Cailloce (SAMU 87, CHU Dupuytren 1, Limoges) ; Dr Georges-Antoine Capitani (SAMU 91, CH Sud francilien, Corbeil-Essones) ; Dr Jean-François Cerfon (Hôpitaux civils de Colmar, Colmar) ; Dr Jean-Baptiste Coustere (SAMU 64B, CH de Pau, Pau) ; Dr Henri Delelis-Fanien (SAMU 86, CH de Poitiers, Poitiers) ; Pr Alexandre Demoule (Hôpital Pitié-Salpêtrière, APHP, Paris) ; Dr Jean-Michel Dindart (SAMU 33, CHU de Bordeaux, Bordeaux) ; Dr François Dolveck (SAMU 77, CH de Melun, Melun) ; Dr Farnam Faranpour (SAMU 79, CH de Niort, Niort) ; Dr Pierre Fillatre (CH de Saint-Brieuc, Saint-Brieuc) ; Dr Élisabeth Gaertner (Hôpitaux civils de Colmar, Colmar) ; Dr Guillaume Geslain (Hôpital Robert Debré, APHP, Paris) ; Dr Christophe Gracco (CH d'Angoulême,

Angoulême) ; Dr Laurent Herkelmann (SAMU 17, CH de La Rochelle, La Rochelle) ; Mme Jocelyne Kriner (SNCF, Paris) ; Dr Patrice Labes (SAMU 64A, CH de la Côte Basque, Bayonne) ; Dr Éric Lecarpentier (SAMU 94, hôpital Henri-Mondor, Créteil) ; Dr Henry Lessire (Hôpitaux civils de Colmar, Colmar) ; Dr Thomas Loeb (SAMU 92, hôpital Raymond-Poincaré, APHP, Garches) ; Dr Jean-Paul Lorendeau (SAMU 24, CH de Périgueux, Périgueux) ; Dr Rémy Loyant (SAMU 16, CH d'Angoulême, Angoulême) ; Pr Paul-Michel Mertes (Nouvel Hôpital Civil, hôpitaux universitaires de Strasbourg, Strasbourg) ; Dr Fanny Planquart (Hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg, Strasbourg) ; Dr Agnès Ricard-Hibon (SAMU 95, CH René-Dubos, Pontoise).

Liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Les éléments remarquables

- Transfert de 202 patients par voie ferroviaire
- Validation du concept de train à grande vitesse (TGV) sanitaire sur de longues distances
- Collaboration interservices
- Absence de complications majeures pendant les transferts

Les pistes d'amélioration

- Critères de sélections des patients
- Études de stratégies d'optimisation de l'espace dans les trains : train sanitaire permanent
- Matériels dédiés à la médicalisation des TGV
- Exercices avec d'autres types de patients (pédiatrie, brûlés...)

Références

1. Grand quartier général des armées, État-major général, Direction de l'arrière (1916) Instruction sur les évacuations et l'hospitalisation dans la zone des armées, des blessés et des malades. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6551276x> (Dernier accès le 5 août 2020)
2. Nahon M, Poirot N, Marx JS, et al (2016) Retour d'expérience des attentats du 13 novembre 2015. La régulation médicale zonale. *Ann Fr Med Urgence* 6:16–21