



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.

# Organisation des TGV sanitaires « Chardon » pendant la crise COVID-19

## High-speed train transfer during the COVID-19 crisis

Christelle Dagron<sup>a</sup>  
Claire-Marie Nivet<sup>a</sup>  
Pierre Carli<sup>a,b</sup>  
Lionel Lamhaut<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>SAMU de Paris - SAMU zonal d'Île-de-France, AP-HP, CHU Necker, 149, rue de Sèvres, 75015 Paris, France

<sup>b</sup>Université de Paris, Paris, France

### RÉSUMÉ

La crise sanitaire de la COVID-19 a mis en tension le système de santé en France. Afin d'éviter une saturation des services de réanimation, le gouvernement a décidé de transférer des patients. En complément des transferts terrestres, aériens, il a été décidé de réaliser des transferts en train à grande vitesse (TGV), dans la continuité de l'exercice « Chardon » réalisé un an auparavant. Les transferts en TGV sanitaires ont nécessité une organisation complexe. Cette organisation doit coordonner des hôpitaux « expéditeurs », des hôpitaux receveurs, des SAMU de différentes zones de défense, différents partenaires (transporteurs sanitaires, association de secourisme...). Chaque TGV peut évacuer 24 patients de réanimation atteints d'un syndrome de détresse respiratoire aiguë. Les patients répondent à des critères précis de sélection. Dans chaque voiture, quatre patients pris en charge par un médecin senior, un junior, quatre infirmiers et un logisticien. La coordination est assurée par un médecin-chef de train assisté par un assistant de régulation médicale et un logisticien. Il y a eu 10 missions « Chardon », permettant le transfert en sécurité de 202 patients. Elles ont montré l'efficacité des transferts inter-hospitaliers de masse pour des patients sévères par des TGV sanitaires. Cette stratégie fait maintenant partie des options en cas de situations sanitaires exceptionnelles.

© 2022 Publié par Elsevier Masson SAS au nom de Société Française de Médecine de Catastrophe.

### SUMMARY

The health crisis of the COVID-19 has put a strain on the health system in France. In order to avoid saturation of the intensive care units, the government decided to transfer patients. In addition to land and air transfers, it was decided to carry out transfers by high-speed train (TGV), following on from the "Chardon" exercise carried out a year earlier. Transfers by high-speed train required a complex organization. This organization must coordinate sending hospitals, receiving hospitals, SAMU of different defense zones, different partners (medical carriers, first aid association...). Each TGV can evacuate 24 resuscitation patients suffering from acute respiratory distress syndrome. The patients meet precise selection criteria. In each car, for patients are cared for by a senior doctor, a junior doctor, four nurses and a logistician. The coordination is ensured by a chief medical officer assisted by a dispatcher assistant and a logistician. There have been 10 "Chardon" missions, allowing the safe transfer of 202 patients. They have shown the effectiveness of mass inter-hospital transfers for severe patients by high speed train. This strategy is now part of the options in case of exceptional health situations.

© 2022 Published by Elsevier Masson SAS on behalf of Société Française de Médecine de Catastrophe.

### MOTS CLÉS

COVID-19, Train, Médecine de catastrophe, SAMU, TGV, Transferts, EVASAN

### KEYWORDS

COVID-19, Train, TGV, Transfert, EMS, MICU

### Auteur correspondant :

L. Lamhaut,  
SAMU de Paris - SAMU zonal  
d'Île-de-France, AP-HP, CHU  
Necker, 149, rue de Sèvres,  
75015 Paris, France.  
Adresse e-mail :  
lionel@lamhaut.fr

## INTRODUCTION

La vague d'attentats de 2015 a fait prendre conscience aux acteurs de la médecine pré hospitalière, que les attentats n'étaient plus mono site à l'échelon d'un département mais pouvait concerner toute une zone de défense voire plusieurs départements simultanément [1].

En mai 2019, un exercice de capacité de médecine de catastrophe dénommé « Chardon » a permis de démontrer que de nombreuses victimes d'un attentat pouvait être transférées d'une région vers l'autre en utilisant les trains à grande vitesse (TGV) commerciaux de la SNCF.

Cette preuve de concept est à la base de l'utilisation des TGV « Chardon » dès le début de la crise COVID-19 en 2020.

Le transport aérien était considéré à cette époque comme la base du transport sanitaire à moyenne et longue distance. Il est cependant tributaire des délais de mobilisation des vecteurs aériens et du temps nécessaire pour les convertir en version sanitaire. Il est aussi assujéti aux conditions météorologiques et à l'existence d'infrastructures aéroportuaires. Il faut aussi noter que bien souvent les aéroports se situent en dehors des centres urbains et donc à une certaine distance des infrastructures hospitalières. De plus, le nombre de patients transportés par un vecteur est souvent limité.

Les courbes de temps de transport isochrone éditées par la SNCF montrent qu'en moins de 4 h30 l'ensemble du territoire métropolitain français est couvert par le réseau TGV. Des transferts internationaux peuvent aussi être envisagés à l'échelon européen. C'est sur ces constatations et l'expérience de l'exercice « Chardon » que les transferts de patients au cours de la crise sanitaire COVID-19 ont été initiés en TGV. En effet, plusieurs régions de France se sont retrouvées en tension hospitalière, de manière asynchrone. Pour éviter la saturation des hôpitaux, les autorités ont décidé de transférer des patients des zones à forte circulation virale vers des zones à faible circulation virale où l'activité hospitalière était moins tendue [2,3]. Pour permettre le transfert d'un grand nombre de patients, les TGV ont été utilisés en complément des moyens de transfert classiques (aériens et routiers).

Les différentes phases de construction d'un rapatriement sanitaire de masse en TGV sont sa préparation technique, l'installation du matériel de réanimation en amont de la mission et la construction de l'équipe médicale et paramédicale, en tenant compte des spécificités de ce vecteur terrestre rapide.

Dans le cadre de la crise COVID-19, la demande de mise en œuvre des TGV sanitaires a émané du ministère de la santé. Le circuit d'activation de cette logistique nationale est régulé par le SAMU zonal d'Île-de-France, étant donné sa position stratégique et son expérience propre.

Une fois la demande effectuée à la direction de la SNCF, le directeur national opération (DNO) de la SNCF va être le contact privilégié de la régulation du SAMU zonal d'Île-de-France.

Le temps de mise en place d'un TGV sanitaire est de l'ordre de 4 à 6 h.

## ORGANISATION DE LA RAME DU TGV

La rame d'un TGV est constituée de huit voitures, chacune d'elle ayant un étage supérieur et un étage inférieur. Cette rame est divisée en deux parties en amont et en aval de la

voiture bar qui pour l'occasion est transformée en régulation médicale interzonale.

Cette régulation a pour mission d'organiser l'embarquement, le suivi de mission, et le débarquement de l'ensemble des patients en lien avec les SAMU zonaux de départ et de destination.

Un médecin-chef du train est responsable de cette cellule de régulation interzonale.

Les patients transportés sont des patients graves de réanimation sous ventilation mécanique. Ils sont placés exclusivement en salle basse de chacune des voitures en dehors de la voiture-bar. Chaque TGV peut donc transporter 24 patients. La réussite de ce type de transfert est liée à la rigueur de l'organisation de l'embarquement et du débarquement des patients à destination.

Les salles hautes de chacune des voitures sont consacrées aux temps de repos des équipes médicales et paramédicales du train, ainsi qu'aux zones de stockage des pharmacies et matériels médicaux qui restent au maximum en zone dite « propre ».

Pour des raisons de sécurité ferroviaire chaque TGV sanitaire est constitué de deux rames, la première servant de bouclier en cas d'obstacles sur les voies, ne transporte aucun patient et aucun personnel médical ou paramédical. Cette rame transporte du personnel SNCF pouvant intervenir à tout moment si le TGV sanitaire se retrouve bloqué ou a un problème technique ferroviaire au cours du transfert. La première rame peut communiquer avec la seconde rame sanitaire tout au long du transfert.

Cette logistique exceptionnelle est organisée en parfaite synergie avec les personnels SNCF des gares de départ et d'arrivée.

## LES ÉQUIPES SOIGNANTES

Le médecin-chef de train est positionné en salle de régulation interzonale, en salle haute de la voiture 4. Il travaille en lien avec des assistants de régulation médicale et un aide-soignant logistique et il est mobile sur l'ensemble de la rame.

Chacune des voitures peut prendre en charge quatre patients de réanimation intubés ventilés en salle basse sous la responsabilité de deux médecins (un senior et un junior) et de quatre infirmiers.

Dans chacune des voitures, se trouve aussi un logisticien qui permet de faire le lien entre la salle haute qui est dite « propre » et la salle basse qui est dite « sale ». Le rôle de ce logisticien est d'acheminer le matériel médical, et la pharmacie nécessaires de la zone propre vers la zone sale.

Devant les portes de la salle basse, se trouve le SAS de décontamination. C'est dans cette zone que s'habille et se déshabille les personnels qui passent en zone « propre » ou en zone « sale » permettant ainsi une séparation bien distincte entre les deux parties. Le rôle du logisticien de chaque voiture est aussi de veiller à la bonne mise en place des procédures de déshabillage et d'habillage des différents personnels médicaux et paramédicaux.

Pour rentrer dans la zone de soins de la salle basse, chaque personnel devait être habillé d'une combinaison Tyvek®, de surchaussures, de gants et de lunettes de protection, ainsi que d'un masque FFP2.

## LA SÉLECTION DES PATIENTS

Lors de tout transfert inter-hospitalier, le risque de complication au cours du transport est très important, de l'ordre de 30 % selon les études. Ces complications sont liées à l'évolution des pathologies et à des problèmes organisationnels et techniques. Pour limiter au maximum ces complications au cours des transferts « Chardon » une sélection rigoureuse des patients a donc été nécessaire. Les patients sélectionnés devaient être dans une phase de stabilité sur le plan médical. Les critères de sélection des patients étaient les suivants : ils devaient avoir un diagnostic confirmé au COVID-19. La  $FiO_2$  ne devait pas dépasser 60 % et la *Peep* 14 mmHg. Ils devaient être sous ventilation invasive depuis plus de 24 h00, mais sans décubitus ventrale depuis plus de 24 h00. Les doses de noradrénaline ne devaient pas dépasser 1 mg/h et le patient ne devait pas être en insuffisance rénale nécessitant une expiration extrarénale. D'autre part, pour faciliter le brancardage et le transfert de ces patients, ceux-ci ne devaient pas dépasser 100 kg.

## LA STRATÉGIE D'EMBARQUEMENT

Pour limiter l'utilisation des équipes médicales des zones de départ qui sont sous tension hospitalière, les équipes médicales du train étaient essentiellement composées des équipes médicales des zones d'arrivée, et des équipes du reste de la France. Ces équipes étaient acheminées en amont de la mission, sur la zone de départ du TGV (en général Paris). Chaque équipe venait avec son propre matériel médical, dont la liste lui avait été fournie au préalable. L'objectif était que le patient fasse l'ensemble du transfert, sous le même matériel médical afin d'éviter les transferts multiples de matériel qui sont une perte de temps et constitue une période à risque nécessitant une adaptation du patient.

Chaque voiture prépare pendant le voyage aller, son matériel nécessaire pour aller chercher les patients à l'hôpital de départ. Chaque équipement médical doit être sur batterie, indépendant de toute source électrique pour le transport entre l'hôpital et le train.

Chaque voiture était indépendante pour aller chercher quatre patients situés dans la même structure hospitalière. Pour chaque voiture, un convoi de quatre ambulances venait donc récupérer l'équipe du train et son matériel pour les acheminer jusqu'à l'hôpital. Une fois les patients pris en charge, ceux-ci sont ramenés vers le TGV, toujours en convoi, afin qu'il y ait toujours une supervision médicale de l'ensemble des patients. Par mesure de sécurité, chaque ambulance devait être pourvue de prises électriques pour pouvoir recharger éventuellement le matériel médical ainsi que l'oxygène nécessaire au transport.

Une fois arrivée en gare, les norias d'ambulances étaient stockées sur un parking afin de permettre l'embarquement de manière organisée des patients. En effet, en gare, il y avait un plan d'embarquement des patients qui permettait d'accueillir de manière simultanée un patient pour chaque voiture. Ce plan d'embarquement était régulé par le médecin-chef de train qui organisait les norias de brancardage simultanées pour les différentes voitures. Ceci était possible grâce à l'aide des secouristes associatifs qui assuraient la phase de brancardage des patients depuis l'ambulance jusqu'à sa place dans le

TGV. Un brancardage spécifique a été développé pour transporter les patients à l'intérieur du TGV. Ce brancardage dénommé « la tortue » consistait à la mise en place de quatre secouristes portant le matelas coquille dépressurisé avec un secouriste positionné en tortue sous le coquille pour assurer la stabilité. Cette phase d'embarquement restait bien sûr, tout le temps sous la supervision et le contrôle des médecins de chaque voiture.

À bord de chaque voiture les patients les plus graves étaient embarqués en dernier. Ceci permettait de pouvoir les débarquer en premier. En effet, lorsque le train avait plusieurs destinations, ce sont les patients les plus graves que l'on débarquait en premier, afin de limiter le temps de transport de ces patients fragiles.

Pendant ce temps d'attente en gare, pour des raisons de sécurité, des prises électriques étaient aménagées sur la zone de parking, afin de pouvoir recharger éventuellement les matériels médicaux. Des stocks d'oxygène étaient aussi disponibles si besoin, en gare pour les équipes.

Pour chaque TGV, le temps d'embarquement, entre le départ des équipes pour aller chercher les patients et la fin d'embarquement des 24 patients, était d'environ deux heures.

## PENDANT LE TRANSFERT

L'ensemble des fluides médicaux embarqués à bord et les sources d'énergie sont dimensionnés en anticipation d'une éventuelle panne sur le réseau et permettre ainsi un niveau d'autonomie le plus sécuritaire possible à l'ensemble de la rame sanitaire.

Pendant le transfert, l'ensemble des soins de réanimation était réalisé pour les patients. Chaque patient devait partir de son hôpital avec ses prescriptions, pour les 12 h suivantes, afin de pouvoir les réaliser au cours du transfert, comme la perfusion d'antibiotiques par exemple. Il était possible d'effectuer des échographies ainsi que des prélèvements biologiques, comme la réalisation de gaz du sang ou d'ionogrammes sanguins pour adapter les soins. Certains patients ont bénéficié de positionnement pour améliorer leur ventilation. Un patient a dû être réintubé pour cause de ballonnet poreux et un patient a bénéficié de la pose d'une artère invasive au cours du transfert.

En fonction de l'évolution clinique des patients, les destinations pouvaient bien sûr être modifiées et un patient pouvait être débarqué de manière préventive sur une destination plus précoce. L'identité-vigilance des patients était assurée par le médecin-chef du train. Si une modification de destination devait être effectuée, les hôpitaux de départ et de destination en étaient informés en temps réel grâce à un réseau de communication *WhatsApp* sécurisé mis en place entre les différents hôpitaux émetteurs et receveurs.

Au cours des premiers TGV chardon, nous avons pu constater qu'une décélération trop brutale des TGV entraînait un effet hémodynamique délétère pour les patients. Cela a amené la SNCF à adapter sa conduite et anticiper les freinages, de manière à ce que ceux-ci soient plus longs et n'entraîne pas d'interaction avec l'hémodynamique des patients.

De plus, au fur et à mesure des différents transferts, la SNCF a modifié l'organisation des salles basses des voitures en retirant des fauteuils ou des parties du mobilier afin d'augmenter l'espace de travail et d'améliorer l'ergonomie pour les équipes médicales et les brancardages.

Au cours du transfert, le médecin chef de train pouvait être en communication permanente avec la rame de tête, en cas de problème technique sur la rame sanitaire.

## LA STRATÉGIE DE DÉBARQUEMENT

Comme pour la phase d'embarquement, la phase de débarquement était organisée selon un plan. Si le TGV avait plusieurs destinations, les patients de la première destination étaient répartis dans les différentes voitures afin de pouvoir être débarqué de manière simultanée et limiter ainsi le temps d'attente dans les différentes gares. La phase de débarquement se faisait selon le brancardage de type tortue, de manière simultanée entre les voitures. À la gare d'arrivée, des norias d'ambulances prenaient en charge les patients pour les emmener vers les hôpitaux de destination, sans changer le matériel médical utilisé pour chacun d'entre eux, comme lors de la phase d'embarquement.

## RÉSULTATS

Entre le 26 mars et le 10 avril 2020, 10 TGV « Chardon » ont été mis en place. Ceci a permis le transfert de 202 patients. Il n'y a pas eu de complication majeure au cours de ces transports inter-hospitaliers. Les soins de réanimation ont pu être effectués de manière continue. Les trains ont permis le transport de patients entre des destinations éloignées de 350 et 950 km au maximum. Il n'y a pas eu de décès précoce à 48 h, après ces transports.

Les avantages du TGV sanitaire sont multiples dans ce type de situation. Ils permettent un transfert longue distance, rapide, stable, sans effets d'accélération ni de décélération qui seraient délétères pour les patients transportés. Ce type de transfert permet en outre l'acheminement de dizaines de patients depuis les centres villes urbains jusqu'aux centres villes urbains sans que des relais longue distance ne soient nécessaires, au départ et à l'arrivée, comme c'est le cas pour le transport aérien. Il ne nécessite pas une ressource en personnel trop importante au vu du nombre de malades transportés. Ils sont réalisables sans utiliser les ressources médicales et paramédicales des zones sous tension hospitalière et ils sont reproductibles de manière simple. Il nécessite une parfaite synergie et coordination entre les SAMU zonaux et la SNCF, qui a été parfaitement démontrée lors de cette

crise sanitaire. De plus, ces TGV sanitaires sont mobilisables en quelques heures.

Ces TGV sanitaires font donc partie intégrante des moyens à disposition pour le transfert de patients interzonaux ou internationaux.

## CONCLUSION

Ces transferts par TGV sanitaires, ont permis de montrer l'unité et la résilience des équipes soignantes et des équipes de la SNCF. Cela a permis d'aider les zones sous tension hospitalière pendant la crise COVID-19. En effet, en transférant les malades graves les plus stables, des places de réanimation ont pu être libérées pour faire face à l'afflux de patient graves se présentant à l'hôpital.

## Remerciements

Les auteurs remercient le groupe « Chardon study ».

## Déclaration de liens d'intérêts

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

## RÉFÉRENCES

- [1] James A, Yordanov Y, Ausset S, Langlois M, Tourtier J-P, Carli P, et al. Assessment of the mass casualty triage during the November 2015 Paris area terrorist attacks: towards a simple triage rule. *Eur J Emerg Med* 2021;28(2):136–43. doi: [10.1097/MEJ.0000000000000771](https://doi.org/10.1097/MEJ.0000000000000771), [https://journals.lww.com/euro-emergencymed/Abstract/9000/Assessment\\_of\\_the\\_mass\\_casualty\\_triage\\_during\\_the.99064.aspx](https://journals.lww.com/euro-emergencymed/Abstract/9000/Assessment_of_the_mass_casualty_triage_during_the.99064.aspx).
- [2] Stratégie d'organisation, et de mobilisation des ressources humaines et matérielles pour la prise en charge hospitalière des patients covid-19 nécessitant de la réanimation. [Internet]. <https://splf.fr/wp-content/uploads/2020/03/CORRUS-Strategie-d-organisation-et-de-mobilisation-pour-les-patients-necessitantla-reanimation-24-03-20.pdf> [cited 2021 Mar 14].
- [3] Netters S, Dekker N, van de Wetering K, Hasker A, Paasman D, de Groot JW, et al. Pandemic ICU triage challenge and medical ethics. *BMJ Support Palliat Care* 2021;11(2):133–7. doi: [10.1136/bmjspcare-2020-002793](https://doi.org/10.1136/bmjspcare-2020-002793), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7868132/>.