



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.

Évacuations sanitaires aériennes collectives du service de santé des Armées français – MoRPHEE et MEROPE – au profit de patients en syndrome de détresse respiratoire aigu lié à la COVID-19

The collective air medical evacuations of the French Medical Health Service – MoRPHEE and MEROPE missions – for ARDS patients during the COVID-19 pandemic

Laurent Raynaud^a
Christelle Nguyen Dac^b
Madeleine Beaussac^c
Thibault Martinez^d
Mathieu Boutonnet^{d,e}

^aService d'anesthésie-réanimation, hôpital d'instruction des Armées Bégin, 69, avenue de Paris, 94160 Saint-Mandé, France

^b132^e antenne médicale du 2^e centre médical des Armées, base aérienne 105, 5, chemin du coudray, 27037 Evreux, France

^c160^e antenne médicale du 10^e centre médical des Armées, base aérienne 125, route du camp d'aviation, 13800 Istres, France

^dService d'anesthésie-réanimation, hôpital d'instruction des Armées Percy, 2, rue Raoul-Batany, 92140 Clamart, France

^eÉcole du Val-de-Grâce, 1, place Alphonse-Laveran, 75005 Paris, France

RÉSUMÉ

Après son apparition en Chine à la fin de 2019, l'épidémie de SARS Cov2 (ou COVID-19) a rapidement provoqué le risque d'une saturation des ressources en soins intensifs dans les régions touchées. La répartition de la maladie entre les différents territoires étant hétérogène, le recours à la réalisation des transferts de patients depuis des régions saturées vers des régions non saturées s'est imposé. Des missions d'évacuations aéromédicales collectives de patients atteints de COVID-19 ont été réalisées par les équipes du service de santé des Armées et de l'Armée de l'air français. Deux dispositifs ont été déployés : les modules MoRPHEE sur le vecteur Airbus A330 PHENIX et les modules MEROPE sur le vecteur Airbus A400 M ATLAS. C'est un total de 59 patients en SDRA lié à la COVID-19 qui ont pu bénéficier de ces transferts entre mars et novembre 2020.

© 2021 Société Française de Médecine de Catastrophe. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

SUMMARY

After its emergence in China in late 2019, the SARS-CoV-2 (or COVID-19) outbreak quickly exposed care systems to critical care resource saturation in affected regions. Because of the heterogeneous distribution of the disease among different territories, the use of patient transfers

MOTS CLÉS

COVID-19
Évacuations médicales
aériennes
Aero-MedEvac

KEYWORDS

COVID-19
Aeromedical evacuations
Aeronautic medical
evacuations
Aero-MedEvac

Auteur correspondant.

L. Raynaud,
Service d'anesthésie-réanimation,
hôpital d'instruction des Armées
Bégin, 69, avenue de Paris,
94160 Saint-Mandé, France

from saturated regions to non-saturated regions became necessary. Collective aeromedical evacuation missions of SARS-CoV-2 related ARDS patients were performed by the French Air Force and French Military Health Service teams. Two systems were used: the MoRPHEE system on the Airbus A330 PHENIX and the MEROPE system on the Airbus A400 M ATLAS. 59 patients with SARS-CoV-2 related ARDS was transferred using these systems between March and November 2020.

© 2021 Société Française de Médecine de Catastrophe. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

INTRODUCTION

Depuis son émergence en Chine à la fin de l'année 2019, l'épidémie de coronavirus 2019 (SARS-CoV-2 ou COVID-19) s'est rapidement propagée, au point d'être qualifiée le 30 janvier 2020 d'urgence sanitaire internationale [1]. La France et la majeure partie de l'Europe ont été atteintes principalement à partir de la fin du mois de février 2020 [2]. Le 11 mars 2020, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) qualifia l'épidémie de COVID-19 de pandémie [3].

La particularité de l'infection par le SARS-CoV-2 est le nombre élevé de formes respiratoires graves avec syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA), avec une augmentation rapide du nombre de cas nécessitant une prise en charge en réanimation [3,4]. Le risque encouru est alors la saturation des services de soins intensifs localement disponibles. Les premières réponses à l'épidémie ont inclus la réalisation de tests de diagnostics rapides et des gestes barrières (distanciation sociale, diminution des interactions, lavage de mains, etc.) afin de limiter le taux de transmission et le nombre de nouveaux cas. Dans la mesure du possible, les établissements de soins ont augmenté leur capacité d'accueil de soins et de réanimation [4,5]. Le transport de patients entre différentes structures de soins avait déjà été envisagé dans des situations de catastrophes naturelles, mais pas dans un contexte de pandémie [6].

Le confinement a été officiellement mis en place en France le 17 mars 2020 [7]. Le même jour, 7730 cas de COVID-19 ont été confirmés, dont 699 hospitalisés en réanimation [2]. Comme dans d'autres pays touchés par l'épidémie, la répartition des cas était hétérogène en France : la majorité des cas étaient initialement dans la région Grand Est avec une saturation des services de réanimation régionaux, pendant que d'autres régions étaient moins touchées [8].

La décision de réaliser des transports médicalisés de patients atteints par le SARS-CoV-2 depuis la région Grand Est vers des régions moins saturées était rapidement prise. Le service de santé des Armées (SSA) a alors été sollicité pour assurer des évacuations aériennes collectives ou *Aero-MedEvac* selon la terminologie OTAN (*Aeronautic Medical Evacuations*) collectives. Un Airbus A330 PHENIX MRTT (*Multi Role TankerTransport*) des Forces aériennes stratégiques a été équipé des modules MoRPHEE (Module de Réanimation pour Patient à Haute Elongation d'Evacuation), devenant ainsi une unité de soins intensifs volante, capable de transporter des patients de réanimation sur des vols longue distance [9]. Ainsi équipé, l'A330-PHENIX permettait une *Aero-MedEvac* collective de six patients porteurs d'un SDRA lié à la COVID-19. La mission MoRPHEE a réalisé l'évacuation de 36 patients atteints de formes graves, au cours de six vols du 18 mars au 3 avril 2020. En parallèle, pour assurer une continuité des soins et de l'alerte et une réponse rapide d'évacuation sanitaire en tout temps et tout théâtre d'opération, le SSA a adapté en version

sanitaire l'A400 M ATLAS. Cet avion de transport tactique capable de se poser sur des pistes courtes et non viabilisées présente l'avantage de posséder une rampe arrière permettant un embarquement facilité des patients, sans plateforme élévatrice. Les modules MEROPE (Module de Réanimation pour les OPérations) ont été installés dans la soute de l'A400 M, afin de permettre le transport de quatre patients de réanimation. La mission MEROPE a permis l'évacuation de 23 patients répartis en sept missions, sur deux périodes (du 27 juin au 07 juillet 2020, puis du 28 octobre au 17 novembre 2020).

Le transport interhospitalier de patients sévères est reconnu comme à haut risque de complication et d'aggravation [10,11]. Des évacuations de patients en SDRA sous ventilation mécanique avaient déjà été réalisées par le passé [12–14], mais par le biais d'évacuations individuelles. Peu de données de littérature ont été retrouvées sur les évacuations collectives de patients en SDRA, en particulier en contexte de pandémie. Ces 13 *Aero-MedEvac* au profit de 59 patients de réanimation en SDRA ont donc été un véritable défi à relever.

ÉVACUATIONS AÉROMÉDICALES COLLECTIVES DANS LES ARMÉES

Le concept MoRPHEE

Le concept MoRPHEE, permet l'évacuation stratégique des blessés de guerre graves, afin de leur assurer un meilleur pronostic vital ou fonctionnel [15,16]. Opérationnel depuis le 1^{er} septembre 2006, cinq missions avaient été précédemment déclenchées, permettant le rapatriement de 57 patients souffrant de traumatismes physiques graves [9]. Aucun patient en SDRA n'avait été jusqu'à présent évacué par MoRPHEE.

Le système MoRPHEE repose sur l'équipement opérationnel en quelques heures d'un vecteur aérien initialement non dédié au transport de blessés [17], en un espace médicalisé de haut niveau de soins (Fig. 1). Avec deux configurations possibles, MoRPHEE peut transporter entre six et 12 patients, avec respectivement six ou quatre patients intubés-ventilés (Fig. 2). L'équipe médicale d'une mission MoRPHEE comprend habituellement 11 personnels médicaux et paramédicaux du SSA, issus des hôpitaux des armées, des services médicaux des unités aéronautiques de la région sud-est et de l'escadrille aérosanitaire de la base aérienne de Villacoublay [18]. Elle est constituée de deux médecins anesthésistes-réanimateurs, de deux médecins titulaires du brevet de médecine aéronautique, de trois infirmiers anesthésistes (IADE), de deux infirmiers DE (IDE) d'unités aéronautiques et de deux infirmiers convoyeurs de l'air. La présence de personnels spécialisés en aéronautique permet ainsi une communication avec l'équipage navigant et une adaptation des vols aux pathologies des patients transportés.



Figure 1. Intérieur d'un Airbus A 330 PHENIX MRTT équipé des modules MoRPHEE (Auteur : Laurent Raynaud).



Figure 3. Intérieur d'un Airbus A 400 M ATLAS équipé du kit MEROPE (Auteur : Laurent Raynaud).



Figure 2. Patients à bord d'un Airbus A 330 PHENIX MRTT équipé des modules MoRPHEE (Auteur : Mathieu Boutonnet).

Le dimensionnement de cette équipe est en accord avec les recommandations OTAN, du Stanag 3204 [19], définissant les compositions des équipes de convoyage en fonction du nombre et du degré de dépendance des patients transportés. L'ensemble de ces personnels bénéficie d'une formation spécifique à l'emploi du dispositif MoRPHEE régulièrement renouvelée, permettant l'acquisition de compétences aéronautiques spécifiques des évacuations sanitaires et leur participation à l'astreinte opérationnelle MoRPHEE permanente [18].

L'A330 PHENIX, utilisé durant ces *Aero-MedEvac*, a une autonomie aéronautique maximale de 10 000 à 12 000 km. L'autonomie calculée en terme de durée de mission est limitée à 9 h à cause de la consommation d'oxygène estimée, secours inclus, à 1000 L/h/patient. Dans le contexte COVID-19, un délai de 12 h entre deux *Aero-MedEvac* était nécessaire du fait de la décontamination de l'avion. Un seul avion était dédié à cette mission, afin de permettre le maintien opérationnel des autres aéronefs.

Le concept MEROPE

Devant l'ampleur de la crise sanitaire, le SSA et l'Armée de l'air et de l'espace ont créé en quelques semaines une version

médicalisée d'un Airbus A400 M ATLAS pour le transport de patients de réanimation en SDRA lié à la COVID-19. Le premier déploiement de ce vecteur nouvellement équipé de sa configuration *Aero-MedEvac* a eu lieu dans le département de la Guyane, à l'été 2020, afin de lutter contre la saturation des services de réanimation guyanais. La première mission a été réalisée le 28 juin 2020, avec à son bord une équipe médicale composée de 11 personnels, issus de la médecine des forces et des hôpitaux des armées.

Sur le même principe que le système MoRPHEE, le concept MEROPE permet un transport de patients graves à bord d'un vecteur aérien tactique. Multitâche et très adaptable, l'A400 M ATLAS de la base aérienne 123 d'Orléans-Bricy permet à la fois un transport de personnel pour les théâtres d'opérations extérieures, un aéro largage de parachutistes ou de colis, le transport de véhicules blindés ou d'hélicoptères de type Tigre. De taille intermédiaire entre le CASA CN 235 et l'A330 PHENIX MRTT par la taille de sa soute et son rayon d'action (6 h de vol avec 30 tonnes de matériel en soute), l'A400 M ATLAS avait donc les caractéristiques requises pour réaliser les évacuations de patients en SDRA lié à la COVID-19 sur le territoire national ou en territoire ultramarin (Fig. 3). Équipé des modules MEROPE, cet aéronef peut transporter quatre patients intubés et ventilés, sous la surveillance d'une équipe médicale spécifiquement formée à l'utilisation des modules installés (Fig. 4).

MISSIONS DES ARMÉES DANS LE CADRE DE LA COVID-19

Organisation des missions MoRPHEE

Dans le cadre des *Aero-MedEvac* collectives de patients atteints de forme grave de la COVID-19, les équipes médicales de MoRPHEE étaient composées de trois anesthésistes-réanimateurs (dont un ayant le rôle de directeur médical), deux médecins des forces spécialisés en aéronautiques, deux IADE, deux IDE des forces et trois infirmiers convoyeurs de l'air. Sur le plan infectieux (risque biologique), l'équipe a été renforcée par des spécialistes biologistes de l'institut de



Figure 4. Patients à bord d'un Airbus A 400 M ATLAS équipé du kit MEROPE (Auteur : Laurent Raynaud).

recherche biomédicale des Armées (IRBA) et de la cellule NRBC de la base aérienne de Cazaux.

Chaque mission, pilotée par une cellule de crise interministérielle, était organisée en coordination avec le directeur médical des missions MoRPHEE, l'état-major opérationnel de santé (EMOS), les SAMU, les agences régionales de santé (ARS) et les chefs de services de réanimation de la région Grand Est et des régions accueillantes. Six patients étaient sélectionnés après discussion entre les équipes de réanimation des hôpitaux du Grand Est et en accord avec les familles, selon les critères décrits dans le [Tableau I](#).

Les modalités pratiques (aéroports de décollage et d'arrivée, chariots élévateurs de chargement/déchargement, services de destination) étaient fixées lors de la conférence téléphonique réalisée la veille des vols. Une fois les patients identifiés et leurs services initiaux connus, l'équipe médicale MoRPHEE contactait les réanimations du Grand Est afin de recueillir les différentes données médicales, de hiérarchiser la gravité des patients et d'établir un plan de chargement et déchargement, ainsi que la position dans l'avion afin de répartir la charge de travail en cabine, au sein de trois grandes zones de travail.

Le jour de la mission, chaque poste était identifié par l'identité du patient qu'il allait accueillir et l'ordre d'embarquement/débarquement. Le vol aller au décollage de la base aérienne d'Istres et vers la région Grand Est (Bâle-Mulhouse ou Luxembourg) servait aux derniers préparatifs et à l'habillage du personnel en éléments de protection individuels.

L'embarquement et le débarquement des patients suivaient le plan de chargement/déchargement. Les plateformes élévatrices (*loaders*) établis de chaque côté de l'avion afin d'embarquer/débarquer deux patients en même temps permettaient un gain de temps dans la prise en charge.

Une fois les patients débarqués dans les ambulances de réanimations des régions d'accueil pour leur transfert dans les services hospitaliers, l'équipe médicale procédait au bio-nettoyage (désinfection des surfaces et matériels). Leur propre déshabillage était organisé par l'équipe spécialiste NRBC pendant le reste du vol retour vers la base aérienne d'Istres. S'ensuivait un débriefing de la mission. Le matériel consommable et notamment l'oxygène était reconditionné et rechargé entre chaque mission.

Organisation des missions MEROPE

La composition des équipes a été modifiée pour la mission MEROPE sur A 400 M ATLAS, en partie du fait d'une durée de vol plus courte (hormis pour les transports en Guyane) et d'un nombre réduit de patients transportés. Pour le transport de quatre patients atteints de forme grave de la COVID-19, les équipes médicales étaient composées de deux médecins anesthésistes-réanimateurs, dont un ayant le rôle de directeur médical, de deux médecins des forces urgentistes, deux IADE, deux IDE des forces, deux infirmiers convoyeurs de l'air.

Comme pour les missions MoRPHEE, chaque mission MEROPE, pilotée par une cellule de crise interministérielle, était planifiée grâce à la coordination de l'EMOS, du directeur médical, des ARS, des SAMU et des services de réanimation des régions demandeuses et receveuses. Quatre patients répondant aux critères préétablis étaient proposés avec l'accord des familles ([Tableau I](#)). De la même manière la réunion téléphonique de la veille s'assurait des modalités pratiques de la réalisation, avec une planification de l'ordre d'embarquement/débarquement et une répartition des tâches dans la soute selon les compétences de l'équipe. Un briefing était réalisé le matin même de la mission avec l'ensemble de l'équipe médicale, afin de présenter les différents patients, leurs points d'attention durant le vol, leur gravité et le plan de chargement/déchargement. Chaque médecin aéronautique était en charge de deux patients COVID-19, conjointement avec un IADE, un IDE et un infirmier convoyeur de l'air. Dans un second temps, le directeur médical briefait également l'équipage de l'aéronef afin d'adapter, si nécessaire, les conditions de vol à l'état sévère et possiblement instable des patients. Durant le vol aller, l'équipe médicale se restaurait sommairement et procédait aux derniers préparatifs des modules, avant habillage en éléments de protection

Tableau I. Critères cliniques et biologiques d'éligibilité au transport des patients.

Pathologie	Infection COVID-19 confirmée
Respiratoires	PaO ₂ /FiO ₂ > 120 mmHg Absence de ventilation en décubitus ventral Pas d'oxygénothérapie haut débit
Hémodynamique	Vitesse de perfusion de noradrénaline < 5 mg/h
Poids corporel	< 120 kg
PaO ₂ /FiO ₂ : rapport pression artérielle en oxygène sur fraction inspirée en oxygène	

individuels. En raison d'une durée des vols plus longues et de contraintes climatiques « tropicales », les vols réalisés au départ de la Guyane vers les Antilles pendant l'été 2020, étaient dotés de l'ALCYONE (Abri Léger et Collectif de reconditionnement phYsiOlogique du personNEl), dispositif amovible, véritable sas « propre », mis au point par l'IRBA et les équipes NRBC de l'Armée de l'air et de l'espace. Il a pour utilité, lors des vols à haute élongation, de pouvoir se restaurer, se rafraîchir et se remettre en condition hors ambiance COVID. L'ALCYONE était placé à l'avant de la soute. Il n'a pas été mis en place pour les missions MEROPE qui se sont déroulées sur le territoire métropolitain en novembre 2020. La rampe d'accès arrière permettait d'embarquer/débarquer deux patients en même temps et permettaient un gain de temps dans la prise en charge.

De manière identique, après le transfert des patients aux moyens d'évacuation terrestre, le vol retour était consacré à un premier bionettoyage et un rangement du matériel prêt à être débarqué. Une fois de retour à l'aéroport initial, le déshabillage et le bionettoyage approfondi étaient réalisés par les pompiers de l'escadron de sécurité incendie et de sauvetage (ESIS). Tout le matériel consommable et notamment l'oxygène était reconditionné à la fin de chaque mission et un débriefing était réalisé avec l'ensemble de l'équipe afin de clore la journée.

AERO-MEDEVAC RÉALISÉES PAR LES ARMÉES

Aero-MedEvac MoRPHEE

Six *Aero-MedEvac* collectives (36 patients évacués) ont été réalisées entre le 18 mars et le 3 avril 2020 depuis les hôpitaux de Mulhouse ($n = 16$), Metz ($n = 10$), Colmar ($n = 6$), Thionville ($n = 2$), vers les hôpitaux de Bordeaux ($n = 12$), Toulouse ($n = 6$), Brest ($n = 4$), Marseille ($n = 3$), Toulon ($n = 3$) et Quimper ($n = 2$) en France et vers Kiel ($n = 3$) et Lubeck ($n = 3$), en Allemagne.

L'âge médian des patients était de 64 ans (interquartile [IQ] 49–78), avec 67 % ($n = 24$) d'hommes. Les comorbidités les plus fréquentes étaient l'hypertension artérielle ($n = 18$, 50 %), l'obésité ($n = 17$, 47 %) et le diabète ($n = 13$, 36 %). L'index de comorbidité médian de Charlson était de 1 (IQ : 0–1,25).

Tous les patients remplissaient les critères de SDRA de la classification de Berlin [20], avec 24 cas de SDRA sévères à modérés ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio entre 100 et 200 mmHg) et 12 SDRA légers ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio entre 200 et 300 mmHg). La durée médiane de ventilation mécanique avant évacuation était de quatre jours (IQ : 3–5). Cinq patients avaient bénéficié au cours de leurs hospitalisations des séances de ventilation en décubitus ventral et un patient a nécessité une circulation extracorporelle deux jours avant son évacuation.

Le volume courant médian était de $6,5 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1}$ (PBW) (IQ : 6,2–7) avec une PEP de $13 \text{ cmH}_2\text{O}$ (IQ : 12–14).

La durée médiane de vol était de 71 min (IQ : 64–74) pour une distance entre aéroport médiane de 800 km (IQ : 717–830). La durée médiane de transport aérien (de l'embarquement des patients jusqu'à leur débarquement) était de 185 min (IQ : 145–198). Pour chaque *Aero-MedEvac* collective, le temps d'embarquement/débarquement des patients était compris entre 60 et 100 min, avec une durée de conditionnement de chaque patient d'environ 15 à 25 min. La médiane de consommation d'oxygène était de 564 L/h/patient (IQ : 482–675).

Aero-MedEvac MEROPE

Au cours du déploiement de la mission MEROPE, sept *Aero-MedEvac* ont été réalisées au profit de 23 patients : trois se sont déroulées depuis Cayenne vers les Antilles (à destination de Pointe-à-Pitre et Fort-de-France) et quatre ont été réalisées sur le territoire métropolitain, depuis le CH d'Avignon ($n = 4$) et des hôpitaux de la région lyonnaise ($n = 12$) vers les hôpitaux de Brest ($n = 8$), Nantes ($n = 4$) et de la région parisienne ($n = 4$).

L'âge médian des patients transportés était de 68 ans, avec 87 % d'hommes ($n = 20$). Avant le vol, tous les patients remplissaient les critères de SDRA de la classification de Berlin [20]. Un patient était en SDRA sévère ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio < 100), 13 étaient en SDRA modérés ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio entre 100 et 200 mmHg) et 8 en SDRA légers ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio entre 200 et 300 mmHg). Un patient avait un $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio à 317 mmHg. Les comorbidités les plus fréquentes étaient l'hypertension artérielle ($n = 13$, 57 %), l'obésité ($n = 8$, 35 %) et le diabète ($n = 6$, 26 %). L'index de comorbidité médian de Charlson était de 3.

En moyenne les patients ont été évacués 16 jours après leurs premiers symptômes et 10 jours après leur admission en réanimation. Concernant le support ventilatoire, la durée médiane de ventilation mécanique avant le vol était de six jours (IQ : 4–12). Les médianes de PEP étaient de $10 \text{ cmH}_2\text{O}$ (IQ : 5–16). Dix-sept patients sur 23 avaient bénéficié de séances de ventilation en décubitus ventral avant le transport.

La durée médiane de vol était de 90 min (IQ : 60–151) pour une distance entre aéroport médiane de 763 km (IQ : 390–1611). La durée médiane de transport aérien (de l'embarquement des patients jusqu'à leur débarquement) était de 215 min (IQ : 193–233). La médiane de consommation d'oxygène était de 341 L/h/patient (IQ : 168–1037).

Analyse des missions MoRPHEE et MEROPE

Six missions MoRPHEE ont permis de transférer 36 patients de réanimation, atteints de SDRA lié à la COVID-19 (Tableau II). Elles ont été les premières *Aero-MedEvac* à être réalisées et se sont appuyées sur l'expertise, la logistique et l'organisation du SSA et de l'Armée de l'air et de l'espace, grâce à un système éprouvé, des équipes entraînées et d'alerte 365 jours par an.

Parallèlement, la mission MEROPE mise sur pied de façon rapide, ciblée et efficace a permis de répondre à un besoin croissant en territoire ultramarin et lors de la 2^e vague de COVID-19 qui a déferlé en France métropolitaine en novembre 2020.

Ainsi, 23 patients ont été évacués lors de sept rotations de l'A400 M ATLAS, par des équipes entraînées, pour une réponse adaptée à la demande des régions lourdement frappées par la crise sanitaire. Les équipages MEROPE « métropole » ont également pu profiter du retour d'expérience des participants de la mission MEROPE « Guyane », qui a largement permis la formation des personnels assurant les astreintes suivantes.

Aucun décès en cours de transfert ou dans les heures suivantes n'est intervenu pour les missions MEROPE ou MoRPHEE.

Les limites de la mission MoRPHEE se sont révélées être principalement liées aux exigences aéroportuaires, qui nécessitaient la présence de plateformes élévatrices pour

Tableau II. Caractéristiques des patients des missions MoRPHEE et MEROPE.

	MoRPHEE	MEROPE
Nombre de patients	36	23
Âge médian (année)	64	68
Sexe masculin	24 (67 %)	20 (87 %)
Comorbidités		
HTA	18 (50 %)	13 (57 %)
Obésité (BMI > 30)	17 (47 %)	8 (35 %)
Diabète	13 (36 %)	6 (26 %)
Index de Charlson médian	1	3
SDRA		
Sévère à modéré	24 (67 %)	14 (60 %)
Léger	12 (33 %)	8 (35 %)
Durée médiane de ventilation mécanique avant <i>Aero-MedEvac</i> (jours)	4	6
Volume courant médian (mL/kg)	6,5	6,2
PEP médiane (cmH ₂ O)	13	10
Durée de vol médiane (min)	71	90
Distance médiane entre aéroports (km)	800	763
Durée médiane de transport aérien (min)	185	215

HTA : Hypertension artérielle, SDRA : Syndrome de détresse respiratoire aiguë, *Aero-MedEvac* : *Aeronautic Medical Evacuation*, CEC : Circulation extra corporelle, PEP : Pression expiratoire positive.

l'embarquement et le débarquement des patients. De telles plateformes ne se trouvent pas disponibles sur l'ensemble des infrastructures aéroportuaires, ce qui a amené à choisir des aéroports internationaux dotés de tels dispositifs pour décoller et atterrir lors des missions.

Concernant la mission MEROPE, la principale limite était la disponibilité avion qui imposait de partager l'alerte *Aero-MedEvac* avec les missions opérationnelles qui se poursuivaient, imposant notamment des manœuvres itératives de montage et démontage des matériels biomédicaux à bord.

En comparant les deux missions réalisées, les caractéristiques des patients étaient similaires (âge et répartition des catégories de SDRA, PEP médiane), avec un sex-ratio en faveur des hommes. Les types de comorbidités majoritairement présentes (HTA, obésité, diabète) ainsi que la gravité des patients étaient équivalentes et correspondent aux données de la littérature [21–24]. Il existe cependant une différence sur le plan *Aero-MedEvac* concernant la durée de vol en A400 M ATLAS qui était supérieure à celle en A330 PHENIX. Cette différence est liée à la fois à un aéronef volant moins vite et à certaines élongations plus importantes réalisées lors de la mission dans les départements d'Outre-Mer. La seconde différence est également une évacuation des patients un peu plus tardive sur A 400 M ATLAS depuis le début de leur mise sous ventilation mécanique, expliquant le nombre plus élevé de séances de ventilation en décubitus ventral avant transfert. Ce décalage est lié à une situation sanitaire différente entre le début de la pandémie en mars 2020, où la gestion se faisait dans l'extrême urgence et la seconde vague de novembre 2020, où la gestion a pu être plus anticipée.

CONCLUSION

Ces *Aero-MedEvac* collectives de patients en SDRA dans le contexte épidémique de la pandémie COVID-19 ont été les premières à avoir été réalisées en France et en Europe. Dans un contexte de saturation des réseaux de soin, les *Aero-MedEvac* collectives de patients de réanimation contribuent à la meilleure prise en charge du plus grand nombre des patients, à un niveau national ou international. Grâce à une collaboration étroite entre le SSA et les structures de santé locales (ARS, SAMU, etc.), ces *Aero-MedEvac* ont permis de délester les établissements hospitaliers qui ont connu une saturation continue de leurs services d'accueil des urgences et de réanimation par le biais d'une coopération médico-militaire et civile réussie, au profit du patient associant à cela un bénéfice collectif.

Déclaration de liens d'intérêts

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

RÉFÉRENCES

- [1] World Health Organization. Statement on the second meeting of the International Health Regulations Emergency Committee regarding the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV); 2005, [https://www.who.int/news/290-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-\(2005\)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/news/290-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-(2005)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-(2019-ncov)) (Dernier accès le 27 mars 2020).

- [2] **Gouvernement de la République française. Cartes et données; 2020,** <https://www.gouvernement.fr/info-coronavirus/carte-et-donnees> (Dernier accès le 28 mars 2020).
- [3] World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report - 11 March 2020. <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19-11-march-2020>. (Dernier accès le 28 mars 2020).
- [4] Mattiuzzi C, Lippi G. Which lessons shall we learn from the 2019 novel coronavirus outbreak? *Ann Transl Med* 2020;8(3):48. doi: [10.21037/atm.2020.02.06](https://doi.org/10.21037/atm.2020.02.06).
- [5] The COVID-19 APHP Group. Assistance Publique-Hôpitaux de Paris response to the COVID-19 pandemic. *Lancet* 2020;395(10239):1760–1. doi: [10.1016/S0140-6736\(20\)31210-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31210-1).
- [6] King MA, Niven AS, Beninati W, Fang R, Einav S, Rubinson L, et al. Evacuation of the ICU: care of the critically ill and injured during pandemics and disasters: CHEST consensus statement. *Chest* 2014;146(4 Suppl):e44S–60S. doi: [10.1378/chest.14-0735](https://doi.org/10.1378/chest.14-0735).
- [7] Ministry for Solidarity and Health of the French Republic. Coronavirus: health caregivers information. Available from <https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-infectieuses/coronavirus/>. (Dernier accès le 28 mars 2020).
- [8] **Santé publique France. COVID-19: Point épidémiologique hebdomadaire du 09 avril 2020; 2020,** <https://www.santepubliquefrance.fr/content/download/243797/2565951> (Dernier accès le 28 mars 2020).
- [9] Borne M, Tourtier JP, Ramsang S, Grasser, Pats B. Collective air medical evacuation: the French tool. *Air Med J* 2012;31(13):124–8. doi: [10.1016/j.amj.2011.09.002](https://doi.org/10.1016/j.amj.2011.09.002).
- [10] Strauch U, Bergmans DC, Winkens B, Roekaerts PM. Short-term outcomes and mortality after interhospital intensive care transportation: an observational prospective cohort study of 368 consecutive transports with a mobile intensive care unit. *BMJ Open* 2015;5(4):e006801. doi: [10.1136/bmjopen-2014-006801](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006801).
- [11] Arthur KR, Kelz RR, Mills AM, Reinke CE, Robertson MP, Sims CA, et al. Interhospital transfer: an independent risk factor for mortality in the surgical intensive care unit. *Am Surg* 2013;79(9):909–13. doi: [10.1177/000313481307900929](https://doi.org/10.1177/000313481307900929).
- [12] Zimmermann M, Bein T, Philipp A, Ittner K, Foltan M, Drescher J, et al. Interhospital transportation of patients with severe lung failure on pumpless extracorporeal lung assist. *Br J Anaesth* 2006;96(1):63–6. doi: [10.1093/bja/aei274](https://doi.org/10.1093/bja/aei274).
- [13] Blecha S, Dodoo-Schittko F, Brandstetter S, Brandl M, Dittmar M, Graf BM, et al. Quality of inter-hospital transportation in 431 transport survivor patients suffering from acute respiratory distress syndrome referred to specialist centers. *Ann Intensive Care* 2018;8(1):5. doi: [10.1186/s13613-018-0357-y](https://doi.org/10.1186/s13613-018-0357-y).
- [14] Schmitt J, Boutonnet M, Goutorbe P, Raynaud L, Carfantan C, Luft A, et al. Acute respiratory distress syndrome in the forward environment. Retrospective analysis of ARDS cases among French Army war casualties. *J Trauma Acute Care Surg* 2020;89(2S Suppl 2):S207–12. doi: [10.1097/TA.0000000000002633](https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002633).
- [15] Grasser L, De Rudnicki S, Tourtier JP, Auroy Y. MORPHEE: un système d'évacuation sanitaire aérienne stratégique collective. *Rev Med Aero Spat* 2011;52:144–9.
- [16] Grasser L, De Rudnicki S, Puidupin M, Candelier A, de Saint Maurice G. Evacuations stratégiques aériennes collectives des blessés par mission MORPHEE. *Rev Med Urg* 2013;84:1–15.
- [17] Borne M, Derain P. Avion vecteurs d'évacuations sanitaires aériennes. *Réanoxyo* 2007;21:20–1.
- [18] Boutonnet M, Pasquier P, Raynaud L, Vitiello L, Bancarel J, Coste S, et al. Ten years of en route critical care training. *Air Med J* 2017;36(2):62–6. doi: [10.1016/j.amj.2016.12.004](https://doi.org/10.1016/j.amj.2016.12.004).
- [19] Standardization NATO Agency. Stanag 3204 AMD (Edition 8). Aeromedical evacuation, ussels. *Air Med J* 2010;36:62–6.
- [20] Definition Task Force ARDS, Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin definition. *JAMA* 2012;307(23):2526–33. doi: [10.1001/jama.2012.5669](https://doi.org/10.1001/jama.2012.5669).
- [21] Wu C, Chen X, Cai Y, Xia J, Zhou X, Xu S, et al. Risk factors associated with acute respiratory distress syndrome and death in patients with coronavirus disease 2019 pneumonia in Wuhan, China. *JAMA Intern Med* 2020;180(7):934–43. doi: [10.1001/jamainternmed.2020.0994](https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.0994).
- [22] Yang X, Yu Y, Xu J, Shu H, Xia J, Liu H, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med* 2020;8(5):475–81. doi: [10.1016/S2213-2600\(20\)30079-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30079-5).
- [23] Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, ina. *Lancet* 2020;395(10223):497–506. doi: [10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5).
- [24] Zhou F, Yu T, Du R, Fan G, Liu Y, Liu Z, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult in patients with COVID-19 in Wuhan, ina: a retrospective cohort study. *The Lancet* 2020;395(10229):1054–62. doi: [10.1016/S0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30566-3).