L'évacuation médicale par voie aérienne : du théâtre à l'hôpital…

K. Cocquempot[a], J. Bancarel[b], J.-P. Freiermuth[c], V. Beylot[d], H. Mabit[e], G. Turban[f], S. Coste[g]

a Escadrille aérosanitaire 6/560 Étampes, BA 107, Route de Gisy – 78129 Villacoublay Air.
b DCSSA/EMOS/M3, 60 bld du Général Martial Valin, CS 21623 – 75509 Paris Cedex 15.
c Service médical d'urgence, BSPP.
d HIA Percy/CPEMPN, 101 avenue Henri Barbusse, BP 406 – 92141 Clamart Cedex.
e CMA de Bordeaux-Mérignac/AM Mont-de-Marsan, BA 118, 1061 avenue du Colonel Rozanoff – 40118 Mont-de-Marsan Cedex.
f Conseiller santé du Commandement des Forces aériennes, BA 106, avenue de l'Argonne, CS 70037 – 33693 Mérignac Cedex.
g Centre de formation de médecine aéronautique de l'EVDG, Site de l'îlot Percy, BP 406 – 92141 Clamart Cedex.

Résumé

Le maintien de l'autonomie stratégique de la France implique pour le Service de santé des armées de pouvoir déployer une chaîne médicale complète afin d'assurer le soutien des forces armées. Le Service de santé des armées a ainsi développé une chaîne d'évacuation médicale du théâtre à l'hôpital d'instruction des armées métropolitain garantissant à chaque militaire la meilleure prise en charge médicale dans les meilleurs délais et les meilleures conditions. Cette chaîne MEDEVAC utilise tous les moyens aériens disponibles : hélicoptères, avions tactiques et stratégiques. Chaque moyen est adapté aux conditions du terrain sur lequel il opère. Ainsi, l'hélicoptère de manœuvre récupère le militaire blessé au plus proche du feu pour le conduire à l'unité médicale opérationnelle la plus proche. De celle-ci, le patient est transféré vers une unité médicale opérationnelle aux moyens médicaux plus importants par un avion tactique où il bénéficiera de la chirurgicalisation et réanimation de l'avant pour une mise en condition avant une évacuation médicale stratégique jusqu'à la métropole. Les acteurs de cette chaîne nécessitent une formation leur permettant de prendre en compte les contraintes spécifiques de l'évacuation médicale par voie aérienne.

Mots-clés : Chaîne médicale. Évacuation médicale. MEDEVAC. Service de santé des armées. Transport aérien.

Abstract

MEDICAL EVACUATION BY AIR: FROM THE BATTLEGROUNDS TO THE HOSPITALS…

The Army Health Service must implement an exhaustive medical support so as to ensure the strategic autonomy of France. Hence, the Army Health Service has set up a chain of operations from the battlegrounds to the teaching hospitals in mainland France so as to ensure that servicemen and women can benefit from the best medical care, in the best conditions and without delay. This chain of operations called MEDEVAC, uses all available air transport: helicopters as well as tactical and strategic planes. Each means of transport must be suited to the conditions in the battlegrounds. So, utility helicopters collect wounded servicemen and women from the battlegrounds and take them to the closest operational medical units. Then tactical planes transfer the patients to an operational medical unit with better medical equipment where they can undergo pre hospital intensive care and surgery to prepare for a strategic evacuation to mainland France. The staff must be trained so as to be able to manage the specific constraints of evacuation by air.

Keywords: Air transport. Army Health Service. MEDEVAC. Medical evacuation.

Introduction

Depuis la création du Service de santé des armées (SSA) en 1708, la rapidité de la prise en charge et d'évacuation des blessés a toujours été considérée comme un facteur déterminant de leur survie. Ainsi se développèrent les premières ambulances tractées par les chevaux puis les véhicules sanitaires automobiles et les trains sanitaires durant la première guerre mondiale. La maîtrise de la troisième dimension a ouvert de nouveaux horizons. L'aviation sanitaire est née et s'est développée au cours des conflits du XXe siècle, bénéficiant à la fois de l'amélioration des performances des aéronefs et de la médecine. L'armée française a acquis une maîtrise de cette chaîne médicale de rapatriement des théâtres d'opération extérieure à l'hospitalisation en hôpital

K. COCQUEMPOT, médecin principal, praticien des armées. J. BANCAREL, médecin en chef, praticien confirmé. J.-P. FREIERMUTH, médecin en chef, praticien confirmé. V. BEYLOT, médecin en chef, praticien certifié. H. MABIT, médecin principal, praticien des armées. G. TURBAN, médecin en chef, praticien certifié. S. COSTE, médecin en chef, praticien confirmé.
Correspondance : Monsieur K. COCQUEMPOT, Escadrille aérosanitaire 6/560 Étampes, BA 107, Route de Gisy – 78129 Villacoublay Air.
E-mail : kevin.cocquempot@intradef.gouv.com

d'instruction des armées. Les capacités d'évacuations médicales par voie aérienne de blessés graves sont devenues un élément déterminant dans le potentiel d'engagement des forces armées françaises dans les conflits. L'évacuation médicale précoce par voie aérienne fait partie intégrante de la prise en charge moderne du blessé de guerre, permettant aux blessés de rester sur le théâtre moins de trente heures après leur blessure. Ceci nécessite des moyens d'évacuations rapides et performants permettant d'assurer la continuité des soins avec un haut niveau de médicalisation. Lors de la dernière décennie, le SSA a rapatrié plus de 546 patients catégorisés en urgence absolue et plusieurs milliers de militaires blessés ou malades catégorisés en urgence relative.

Historique (1-10)

Dès la fin du XIXe siècle, l'idée de transporter des blessés dans des nacelles suspendues à des ballons tractés par des chevaux avait été émise par le médecin général de l'armée néerlandaise. Ce projet ne vit jamais le jour. En 1910, Marie Marvingt et Louis Béchereau proposent lors d'un concours un projet d'avion ambulance dont le concept a soulevé de nombreuses réticences de la part de l'armée, des politiques et du monde médical.

Les premières évacuations sanitaires aériennes étaient dites d'opportunité et le fruit d'initiatives locales, sur des avions d'armes biplaces non aménagés pour le transport de blessés. La première du genre s'est déroulée sur un Farman MF 11 au Royaume de Serbie en novembre 1915. Mais il faudra attendre 1917 pour que l'idée d'avion ambulance soit reprise et développée par le docteur et député Eugène Chassaing, considéré comme « le père de l'aviation sanitaire ». Le projet est soutenu par Justin Godart, ministre du Service de santé. Il transforme un Dorand AR, biplan à armature en bois en installant deux brancards superposés dans le fuselage et en supprimant le poste de mitrailleur. Le premier vol eut lieu le 22 septembre 1917 à Villacoublay.

Il faudra attendre la fin de la Grande Guerre pour que Chassaing puisse récupérer des avions sans emploi qu'il aménage en avions sanitaires. Le Breguet XIV type A2 et type Tbis Limousine reprennent du service au Maroc et au Levant. Chassaing établit au Maroc une tactique sanitaire comportant l'évaluation des besoins, la création de pistes de secours, la coordination entre les troupes au sol et les moyens aériens, la priorité accordée aux communications téléphoniques concernant les évacuations médicales,… L'aviation sanitaire organisée est née. On dénombre plus de 4 600 évacuations au Maroc et 2 400 au Levant entre 1920 et 1938. La médecine aéronautique est encore à ses balbutiements et les contre-indications à l'évacuation aérienne ne sont pas encore d'actualité. L'alternative est alors de choisir entre la civière ou le cacolet à dos de mulet pendant plusieurs jours ou l'avion avec les quelques incidents pour les traumatisés thoraciques et abdominaux dus aux variations rapides barométriques. Ces missions d'évacuations aériennes étaient considérées comme difficiles et confiées aux pilotes les plus expérimentés comme Jean Mermoz à Alep.

L'entre-deux-guerres voit le développement du réseau d'avions sanitaires en métropole. Le médecin colonel Robert Picqué, médecin-chef de l'hôpital militaire de Talence, organise les évacuations sanitaires dans le Sud-Ouest en affrétant trois avions opérant à partir de la base aérienne de Cazaux. Cela permit de rapatrier des blessés et malades de toute la région vers Bordeaux pour se faire soigner. Il décède notamment lors d'une de ses missions à Marcheprime en 1927.

Un autre concept voit le jour : amener par voie aérienne l'équipe chirurgicale plutôt que de déplacer le patient. Plusieurs aéronefs Voisin, baptisés « Aérochir » furent aménagés mais ne connurent guère de succès. L'idée sera reprise plus tard lors de la création des antennes chirurgicales aéroportées.

Sur le plan juridique, l'application des conventions de la Croix-Rouge internationale à l'aviation sanitaire fut acquise en 1929 avec l'article 18 de la Convention de Genève qui assurait en cas de guerre la garantie de la neutralité à celle-ci. Cette dernière connaît une popularité internationale grâce à l'organisation du premier Congrès international de l'aviation sanitaire à Paris par Marie Marvingt en 1929, des Journées d'aviation sanitaire coloniale lors de l'Exposition coloniale internationale de Paris de 1931 puis de congrès internationaux.

Le nombre de combattants blessés, l'étendue et la variété des territoires de la Seconde Guerre mondiale ont confronté l'aviation sanitaire à de nouveaux défis. Les Alliés ont donc mis en place le concept de *Holding hospital* ou hôpital de transit aérien. Ce dernier, d'une centaine de lits ou plus, se situait sous tente sur un terrain d'aviation, au plus près de la piste à laquelle il était relié, permettant d'assurer un chargement direct des blessés dans l'avion sans avoir recours aux ambulances. Les *holding hospitals* étaient équipés de moyens médicaux, chirurgicaux, radiographiques et de laboratoire, et stabilisaient les patients avant leur évacuation aérienne. Ce concept est le précurseur des *Roles 2* et *3*, ou des Unités médicales de transit (UMT) que l'on connaît sur les conflits actuels. Les Dakota dont la capacité était de 18 patients couchés assuraient ces norias.

À la fin de la guerre, en juin 1945, le Groupe des moyens militaires de transport aérien de l'armée de l'Air (GMMTA) est créé. Le ministère de l'Air recrute les premières Infirmières parachutistes secouristes de l'Air (IPSA) pour rapatrier les ressortissants retenus en Allemagne, les prisonniers de guerre, les travailleurs du Service de travail forcé (STO) et les déportés. Ces IPSA seront les précurseurs des convoyeuses de l'air, dont la première promotion sera officiellement recrutée en 1946.

La guerre d'Indochine a représenté un tournant décisif dans l'histoire de l'aviation sanitaire avec l'utilisation d'hélicoptères, permettant d'intervenir presque partout et au plus près des zones de combat. Cet emploi est le fruit d'une initiative du médecin général Robert, directeur du Service de santé des armées d'Indochine. Il finança l'achat de deux hélicoptères Hiller 360 et

la formation de pilotes spécialisés à l'évacuation sanitaire dont le médecin Valérie André. Ils jouèrent un rôle important lors de la bataille de Diên Biên Phu en assurant la liaison aérienne entre la zone où opérait la 5e antenne chirurgicale parachutiste et Muong Saï où se posaient les avions sanitaires. Sur le plan médical, la mise en condition des patients préalable à l'évacuation sanitaire fut développée dès la prise en charge initiale. L'oxygénothérapie et les techniques de perfusion en vol furent mises au point. Plus de 63 000 blessés furent rapatriés sur le territoire indochinois et plus de 14 000 en métropole.

La Guerre d'Algérie vit l'arrivée de nouveaux hélicoptères (Alouette II avec deux brancards, H-34 avec huit brancards) et d'avions plus performants comme le Noratlas pouvant être équipé de 18 à 24 brancards selon la configuration et un chargement arrière par plan incliné. Durant cette période, des progrès significatifs dans la prise en charge des patients en vol furent accomplis grâce à la formation du personnel, à l'évolution de la médecine d'urgence adaptée aux conditions aéronautiques et à l'expérience acquise par la réalisation de nombreuses évacuations sanitaires aériennes.

Les années 1960 et 1970 vont voir l'évolution l'aviation sanitaire en France et à l'étranger grâce à deux phénomènes liés au boom économique : d'une part, l'accroissement de la circulation automobile et avec lui celui des victimes d'accidents de la route, et d'autre part, le développement du tourisme qui amène à travers le monde des millions de passagers dont certains seront victimes d'accidents ou de maladies qu'il va falloir rapatrier. Le Service d'aide médicale urgente (SAMU) est créé par le Pr Lareng en 1968 et va utiliser l'hélicoptère comme moyen d'intervention sur terre comme en mer. Dans l'organisation de la sécurité publique, les moyens aériens et tout particulièrement les hélicoptères sont intégrés systématiquement dans tous les plans d'intervention prévus en cas de catastrophe naturelle ou technologique.

Les performances et le confort des aéronefs (climatisation, pressurisation, espace disponible, rapidité et autonomie) se sont améliorés réduisant ainsi les contraintes aéronautiques sur les blessés. L'emport d'oxygène complémentaire et la résolution de la fourniture d'énergie à bord ont permis également de pouvoir utiliser des appareils de réanimation hospitalière et d'évacuer simultanément plusieurs patients sur de longues distances.

Capable de transporter jusqu'à six patients de réanimation lourde, le module « MoRPHEE » (Module de réanimation pour patients, à haute élongation d'évacuation) du Service de santé des armées (SSA) constitue à ce jour l'une des meilleures réalisations dans le domaine de l'évacuation médicale aérienne en France.

Les armées engagées dans les opérations extérieures ont évidemment continué à assurer le rapatriement aérien de leurs personnels malades ou blessés. Il s'est constitué au fil des décennies une véritable chaîne d'évacuation médicale : du lieu de combat où le blessé est récupéré en hélicoptère puis convoyé jusqu'à l'antenne chirurgicale par des avions tactiques, et par la suite rapatrié en métropole à bord d'avions stratégiques qui disposent à leur bord d'une capacité médicale.

Doctrine (11-14)

L'organisation de la chaîne de l'évacuation médicale est encadrée par des textes supranationaux (STANAG 3204 — Aeromedical evacuation) et nationaux (MED 3.003 du SSA, DIA-4.0.10).

Le Livre Blanc sur la défense et la sécurité nationale de 2013 rappelle le maintien de l'autonomie stratégique de la France. Celle-ci repose sur la maîtrise nationale des capacités essentielles à sa défense. Elle implique pour le SSA de pouvoir déployer une chaîne médicale complète afin d'assurer le soutien des forces armées. La doctrine du soutien médical des opérations est fondée aujourd'hui sur les principes suivants :

– médicalisation de l'avant, forme particulière et très spécifique d'exercice médical, qui intègre notamment le sauvetage au combat et le *damage control resuscitation* ;

– réanimation et chirurgicalisation de l'avant, au plus tôt et au plus proche du lieu de la blessure avec des techniques spécifiques comme la chirurgie de sauvetage (*damage control surgery*) ;

– évacuation médicale (MEDEVAC) stratégique systématique et précoce. La France ne réalise pas d'hospitalisations prolongées sur le théâtre d'opérations, le blessé ou malade est ainsi évacué vers la structure hospitalière la plus adaptée du territoire métropolitain pour le traitement définitif.

Ce triptyque doctrinal permet d'offrir au soldat une prise en charge optimale, adaptée à son état clinique, et lui assure ainsi les meilleures chances de survie, de réparation des dommages corporels et de récupération fonctionnelle.

La doctrine de l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN) sépare les évacuations médicales de l'avant en deux catégories :

– les évacuations médicales de l'avant (*FORWARD MEDEVAC*) correspondent au relevage du blessé sur le champ de bataille jusqu'à la première unité médicale opérationnelle la mieux adaptée à la situation du patient (évacuation primaire avec un patient pas ou peu conditionné) ;

– les évacuations médicales intra-théâtre (*TACTICAL MEDEVAC* ou *TACEVAC*) correspondent au transport du blessé stabilisé entre deux unités médicales opérationnelles au sein d'un théâtre d'opérations (évacuation secondaire avec un patient conditionné).

Ensuite, le patient est évacué du théâtre vers la métropole par les avions stratégiques (STRAT-AEROMEDEVAC) pour la poursuite des soins.

Pour chaque étape de prise en charge, le SSA et les forces armées ont choisi des moyens humains et matériels pour optimiser le transport des patients (hélicoptères de manœuvre (HM) MEDEVAC, avions tactiques Casa nurse et avions stratégiques Falcon ou Airbus) (fig. 1).

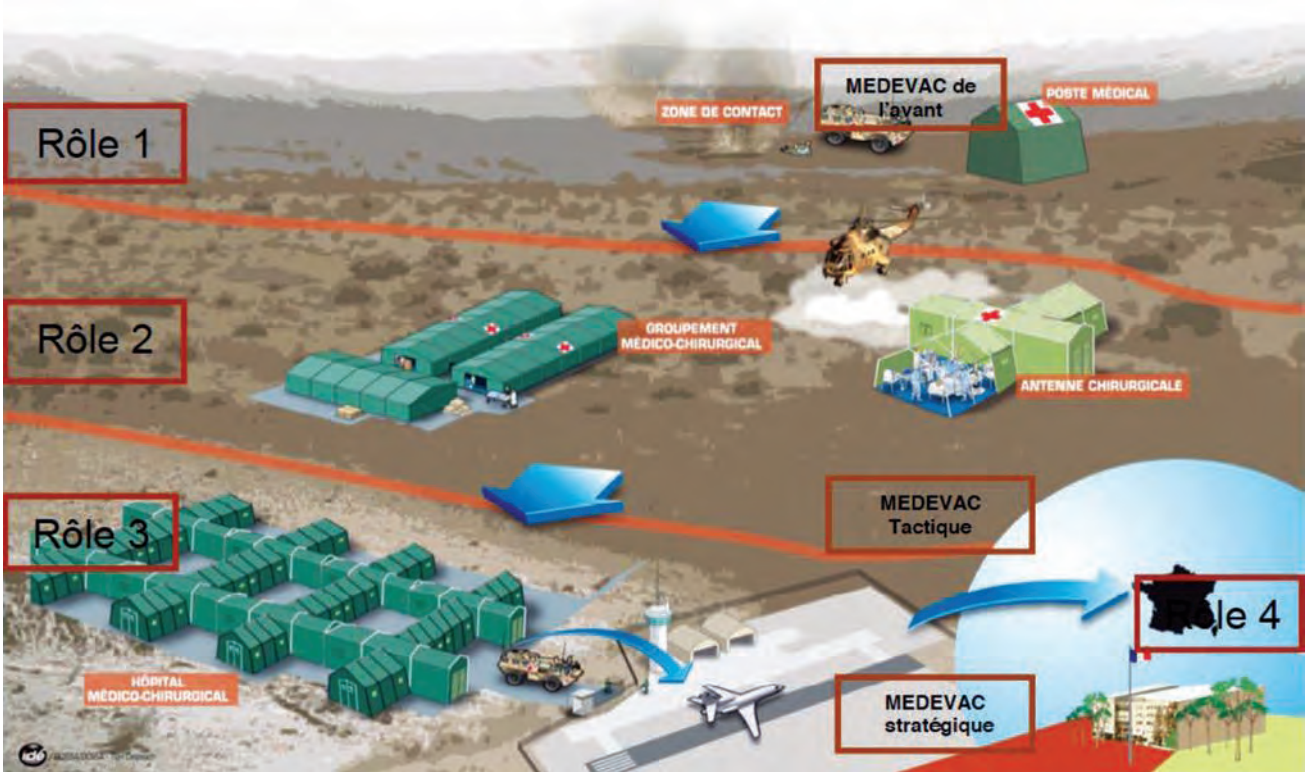


Figure 1. Chaîne d'évacuation médicale française. © (DCSSA).

AEROMEDEVAC par hélicoptère de manœuvre (HM) (15)

Mode d'action — moyens

En opérations extérieures, les vecteurs déployés sont des hélicoptères de manœuvre de 7 à 11 tonnes (SA 330 PUMA, AS 332 COUGAR, EC 725 CARACAL, NH 90 CAÏMAN) permettant d'emporter au maximum six patients couchés (configuration de transport sommaire). L'équipe médicale composée d'un médecin aéronautique et/ou urgentiste, d'un infirmier et parfois d'un auxiliaire sanitaire, est spécifiquement formée à ce type de mission.

L'hélicoptère reste le vecteur le plus adapté aux reliefs pour s'affranchir des obstacles du terrain et pour récupérer le blessé pour le ramener au plus vite vers un chirurgien. C'est ainsi que les MEDEVAC HM ont été déployées sur tous les théâtres d'opérations et ont permis d'évacuer plusieurs milliers de blessés (fig. 2). En temps de paix, les hélicoptères sont également employés pour la MEDEVAC que ce soit en métropole ou dans les DOM-COM. Ils effectuent également, avec une équipe médicale qualifiée à bord, des missions de *search and rescue* (SAR) en milieu maritime (fig. 3) comme terrestre, et au transport secondaire de patients.

Les évacuations médicales héliportées sont tributaires de contraintes médico-aéronautiques et tactiques spécifiques aux vecteurs à voilure tournante. C'est le juste équilibre de la maîtrise de ces contraintes qui permet de garantir une sécurité des vols.



Figure 2. MEDEVAC HM en OPEX. © BA 172/Armée de l'Air.

Contraintes aéronautiques (16)

Plusieurs facteurs ont été identifiés concourant à majorer le risque aéronautique des évacuations médicales héliportées comme le déclenchement d'une mission dans un délai court entraînant une pression temporelle avec un temps de préparation du vol réduit, des sources de distraction depuis la soute avec les bruits des appareils médicaux, présence d'une équipe médicale à bord, la vision de blessés souvent graves, le trafic aérien. De plus, l'amplitude du temps de travail, les vols répétés, les vols nocturnes, la réduction des temps de repos ainsi que les situations stressantes peuvent être autant de facteurs délétères.



Figure 3. MEDEVAC HM par hélitreuillage (SAR). © C. Dubaille/SSA.

La diversité des théâtres d'opérations extérieures soumet les pilotes à des contraintes de milieu particulières. Le pilote habitué à voler dans un climat tempéré, va devoir voler en milieu tropical ou en haute montagne. Cela nécessite bien évidemment un temps d'adaptation qui est réduit par l'expérience acquise au fil des déploiements. En Afrique, les distances parcourues sont souvent longues nécessitant de planifier en urgence un ravitaillement sur le trajet ; par ailleurs, les conditions météorologiques avec des températures pouvant avoisiner les 50 °C ou des tempêtes de sable et des orages tropicaux. Toutes ces contraintes sont à prendre en compte pour la mise en condition du patient (charge emportée, résistance du matériel médical à la chaleur,…). À l'inverse, durant les conflits en Yougoslavie et en Afghanistan, les MEDEVAC HM ont été réalisées en ambiance hivernale avec des vols à haut risque (brouillard, neige, givre,…). Enfin, l'armement de sabord nécessitant de voler portes ouvertes, le conditionnement des patients à bord a dû évoluer pour minimiser l'hypothermie, facteur aggravant du blessé de guerre (système de réchauffage).

Le médecin à bord participe à la sécurité aérienne : il connaît les contraintes comme les vols sous Jumelles de vision nocturne (JVN), le *brown-out* (nuage de poussière soulevé par le souffle du rotor), les obstacles filaires. Grâce à sa connaissance du milieu aéronautique, il participe à diminuer la pression et le stress de l'équipage liés à l'évacuation médicale.

Contraintes tactiques

L'équipe médicale doit avoir une connaissance du contexte tactique et l'environnement dans lequel elle évolue. L'hélicoptère de manœuvre, cible à haute valeur ajoutée dans la guerre médiatique, reste un vecteur fragile et vulnérable notamment lors des phases de transition : décollage, vol en stationnaire, atterrissage. La situation de combat au sol n'est pas toujours connue à l'avance, et si le blessé n'a pu être conditionné, l'équipe médicale pourra être déposée pour réaliser le conditionnement puis être récupérée secondairement. Les règles de déplacement ainsi que les techniques de survie voire de récupération doivent être connues. En contexte hostile, l'équipe médicale doit pouvoir assurer sa propre sécurité avec son armement de dotation.

Des opérations de treuillage de l'équipe médicale peuvent être nécessaires pour les zones difficilement accessibles. La formation, l'entraînement préalable et l'expérience sont indispensables à la bonne réalisation de ces missions particulièrement périlleuses.

Contraintes médicales

Outre la prise en charge qui relève de la médecine d'urgence, le médecin devra prévenir ou traiter les conséquences dues aux contraintes aéronautiques du transport héliporté. En effet, les accélérations du décollage et de l'atterrissage peuvent avoir une influence sur l'hémodynamique d'un patient instable. Il en est de même avec le vol tactique qui garantit la sécurité de l'appareil sur le champ de bataille.

L'environnement à bord d'un hélicoptère est restreint et nécessite une adaptabilité de l'équipe médicale. Un équilibre entre le matériel embarqué permettant à l'équipe médicale d'assurer au patient le même niveau de soins qu'un transport pré-hospitalier, et la masse pouvant être embarquée par l'hélicoptère est subtile. Les contraintes de poids sont majeures et déterminent la quantité de carburant et la durée de vol. Cette contrainte est d'autant plus importante en milieu chaud où la charge permettant le décollage est plus faible. Le matériel embarqué doit être le plus miniaturisé possible avec une autonomie électrique suffisante, ne bénéficiant pas toujours d'électricité à bord. La disposition du matériel à bord doit être réfléchie de façon à éviter au maximum la réalisation de gestes techniques, et que la surveillance des paramètres se fasse d'un seul balayage visuel. En cas de transport de blessés multiples, le chargement et le positionnement des patients à bord doivent être anticipés. Le médecin réalise un triage, conditionne les patients avant le chargement de façon à limiter l'intervention en vol. Les patients les plus graves sont placés au niveau des places les plus accessibles, le conditionnement avant l'embarquement est une étape essentielle car les vibrations, l'exiguïté de la cabine, l'ambiance bruyante (donc toute communication verbale avec le patient est réduite et l'auscultation en vol est impossible), limitent considérablement la possibilité de réaliser des gestes techniques en vol.

Formation

Au vu de toutes ces contraintes, l'importance d'une formation aéromédicale des équipes réalisant les MEDEVAC HM apparaît évidente. Ces dernières doivent connaître les capacités de l'hélicoptère dans lequel ils volent, les distances et la durée des vols afin de dimensionner au mieux le matériel et la surveillance du patient. L'entraînement à la réalisation de gestes techniques en vol mais également à la communication avec l'équipage de conduite s'avère essentiel. Le rôle de l'équipe médicale ne se limite pas à la prise en charge du patient, mais s'inscrit dans la globalité de la mission et participe au *Crew Ressource Management* (CRM). Elle

détecte les signaux faibles qui pourraient mettre en jeu la sécurité des vols (tunnellisation, fatigue de l'équipage, problème de communication,…).

TACTICAL MEDEVAC par avions tactiques

Le terme de *TACTICAL AEROMEDEVAC* regroupe l'ensemble des évacuations aériennes médicalisées en intra-théâtre, que ce soit en hélicoptère ou en avions tactiques. La partie MEDEVAC HM ayant été abordée plus haut, nous développerons dans cette partie la *TACTICAL MEDEVAC* par avions tactiques. Les moyens de la *TACTICAL MEDEVAC* ont évolué avec le conflit saharo-sahélien du fait de l'élongation importante entre les positions avancées des militaires et la localisation des unités médicales opérationnelles, avec le prépositionnement permanent d'un vecteur en version sanitaire.

Moyens et modes d'action

Cette mission communément appelée Casa nurse a été confiée au Casa CN 235 (fig. 4, 5). De par son rayon d'action (jusqu'à 2 500 km), sa capacité d'emport, sa capacité électrique, la possibilité de se poser sur des terrains sommaires et sa grande résistance thermique, le CN 235 est actuellement le vecteur privilégié pour



Figure 4. Le CN 235, Casa Nurse. © EAS/Armée de l'Air.



Figure 5. TACTICAL MEDEVAC sur Casa. © EAS/Armée de l'Air.

les missions MEDEVAC que ce soit sur les théâtres d'Opérations extérieures (OPEX) mais également en outre-mer. La capacité maximale de la version médicale est de 11 patients (8 brancards latéraux et 3 fixés au sol), mais la version retenue en OPEX est de 8 brancards. Cet avion dispose d'une pressurisation moins performante que le C160 Transall mais bénéficie d'électricité à bord, permettant de prendre en charge des patients plus lourds (D1, D2) qui nécessitent des appareils électriques. La médicalisation de la soute nécessite l'utilisation d'un lot de convoyage adapté réparti dans des cantines avec un plan de chargement spécifique (17).

Il peut décoller sur alerte en 30 minutes à une heure. En 2015, les *TACTICAL AEROMEDEVAC* ont représenté 122 missions sur le CN 235 et 2 missions sur le C 160, permettant le transport de 211 patients (source EAS).

Contraintes

Le Casa CN 235 est un avion tactique et les contraintes engendrées sont communes à celles retrouvées dans les MEDEVAC HM et dans les STRAT-AEROMEDEVAC mais à des degrés différents. En effet, celui-ci peut faire du vol tactique de façon à préserver la sécurité de l'aéronef et a également la possibilité de se poser sur un terrain sommaire. Ce type de vol majore les vibrations et peut avoir des conséquences sur l'hémodynamique d'un patient instable ou sur le déplacement des foyers de fracture.

Par ailleurs, cet aéronef vole entre les niveaux de vol (FL) 150 et 180 (4 500-5 500 mètres d'altitude) et a une pressurisation permettant d'avoir une altitude cabine de rétablissement de 6 000 à 7 850 pieds (1 800-2 400 mètres). Ceci peut induire une hypoxie hypobarique et une expansion gazeuse dans les cavités closes et semi-closes. Ces contraintes, plus prégnantes sur les avions tactiques du fait de leur moins bonne pressurisation, sont communes avec les avions stratégiques et seront décrites plus loin.

Formation

La grande capacité de transport de blessés nécessite une quantité importante de matériel médical. La bonne maîtrise du chargement et de la disposition du matériel est indispensable à la bonne prise en charge des blessés en vol. Cela suppose pour l'équipe de convoyage une formation initiale et continue sur le chargement, la répartition du matériel dans les cantines, la réalisation de soins dans un espace restreint. Le centre de formation en médecine aéronautique de l'École du Val-de-Grâce coordonne la formation des équipes médicales qui seront projetées sur le *Casa nurse*.

MEDEVAC stratégiques (STRAT-AEROMEDEVAC) (fig. 6-8)

L'évacuation médicale stratégique est la dernière étape du rapatriement médical. Elle permet au militaire, où qu'il soit déployé en mission, en opération ou affecté en outre-mer et à l'étranger, dont l'état de santé le justifie de revenir en métropole à des fins diagnostiques ou



Figure 6. Transfert Falcon — AR BSPP. © BA107/Armée de l'Air.

thérapeutiques et d'être pris en charge jusqu'à un hôpital métropolitain, en général un Hôpital d'instruction des armées (HIA). L'évacuation par voie aérienne fait partie intégrante de la chaîne de traitement de tout militaire en mission ou en escale (18). En 2015, 718 patients ont été rapatriés avec l'ensemble des moyens MEDEVAC disponibles. Les STRAT-AEROMEDEVAC représentaient 169 missions aériennes : 45 missions pour 63 patients urgents P1 et P2, et 124 missions pour 407 patients classés P3 (source EMOS, 2016) (fig. 9).

Moyens et modes d'action

Les MEDEVAC stratégiques urgentes sont réalisées au départ de la base aérienne de Villacoublay à bord des aéronefs de la flotte à usage gouvernemental (Falcon 900 et Falcon 2000) configurés en version médicale. L'équipe médicale est composée d'un médecin aéronautique, d'un Infirmier convoyeur de l'armée de l'Air (ICvAA) de l'Escadrille aéro-sanitaire (EAS) et d'un infirmier de l'antenne médicale de Villacoublay. L'équipe médicale peut être renforcée de spécialistes hospitaliers selon la gravité et l'évolution potentielle du patient. L'anesthésiste-réanimateur est présent dans près de 60 % des cas et le neurochirurgien dans 2 % des cas. Cette alerte STRAT-AEROMEDEVAC peut décoller en 3 heures et a pour mission de rapatrier les patients classés P1 et P2.

Le système MoRPHEE sur Boeing C 135 FR dote la France d'une capacité d'évacuation médicale collective pouvant décoller dans les 24 heures. Cette installation nécessitant un équipage médical de 11 personnes qualifiées permet l'évacuation jusqu'à 12 patients de réanimation et de gravité variable (4 versions avec des modules pour patient lourd – *Intensive Care Module ICM* – et pour patients de gravité intermédiaire – *Light Care Module* (LCM)) sur un long rayon d'action (10 h de vol sans escale).

La 3e flotte d'aéronefs participant aux STRAT-AEROMEDEVAC est la flotte Airbus de l'escadron de transport Esterel (A310, A340). Ce sont les vecteurs privilégiés pour le transport de patients classés P3 (blessés légers nécessitant un accompagnement paramédicalisé par un convoyeur). Ces vecteurs peuvent également être configurés en version MEDEVAC collective (25 civières pour les A340, 6 civières pour l'A310 DC et





Figure 7 et 8. STRAT-AEROMEDEVAC sur Falcon. © F. Choizit/Armée de l'Air.

1 civière pour l'A310 DA/DB). La version médicalisée de l'A310 DC a déjà été mise en œuvre. Cette évacuation collective secondaire et centralisée peut décoller dans les 12 à 24h qui suivent le déclenchement. Compte tenu du matériel médical et de l'électricité à bord, cette version peut transporter 6 patients couchés dont 2 patients D1 ou D2. L'équipe médicale est composée de 2 médecins aéronautiques, de 6 ICvAA et d'infirmiers. Elle peut être renforcée par des réanimateurs et des infirmiers anesthésistes en fonction de la gravité des patients.

A. **PRIORITY** (degree of emergency)

- **P1 = Urgent :** Emegency patients for whom speedy evacuation is necessary to save life, to prevent complications or to avoid serious permanent disability **(NTM for StratAE < 12 hrs)**
- **P2 = Priority :** Patients who require specialized treatment not available locally and who are liable to deteriorate unless evacuated with the least possible delay **(NTM for StratAE < 12-24 hrs**)
- **P3 = Routine :** Patients whose immediate treatment is available locally but whose prognosis would benefit from air evacuation on routine scheduled flights **(NTM for StratAE > 24 hrs)**.

B. **DEPENDENCY** (need for medical support)

- **D1 = High :** Patients who require intensive support during flight. (Patients requiring ventilation, monitoring of central venous pressure and cardiac monitoring. They may be unconscious or under general anesthesia).
- **D2 = Medium :** Patients who, although not requiring intensive support, require regular, frequent monitoring and whose condition may deteriorate in flight. (Patients with a combination of oxygen administration, one or more i.v. infusions and multiple drains or catheters).
- **D3 = Low :** Patients whose condition is not expected to deteriorate during flight but who require nursing care of, for example, simple oxygen therapy, an i.v. infusion or a urinary catheter.
- **D4 = Minimal :** Patients who do not require nursing attention during flight but who might need assistance with mobility or bodily functions (i.e. arm cast : assistance with clothing or meals or luggage).

C. **CLASSIFICATION** (need for aircraft space and physical assistance/restraints/supervision)

1. **CLASS 1 — NEUROPSYCHIATRIC PATIENTS**
   a. **Class 1A : Severe psychiatric patients (stretcher) :** Patients who are frankly disturbed and inaccessible, and require restraint, sedation and close supervision.
   b. **Class 1B : Psychiatric patients of intermediate severity :** Patients who do not require restraint and are not, at the moment, mentally disturbed, but may react badly to air travel, or commit acts likely to endanger themselves or the safety of the aircraft and its occupants. These patients need close supervision in flight and may need sedation.
   c. **Class 1C : Mild psychiatric patients (sitting) :** Patients who are co-operative and have proved to be reliable under pre-flight observation.
2. **CLASS 2 — STRETCHER PATIENTS (other than psychiatric)**
   a. **Class 2A : Immobile stretcher patients :** Patients unable to move about their own volition under any circumstances (even in case of emergency).
   b. **Class 2B : Mobile stretcher patients :** Patients able to move about their own volition in an emergency.
3. **CLASS 3 — SITTING PATIENTS (other than psychiatric)**
   a. **Class 3A :** Sitting patients, including handicapped persons, who, in an emergency, would require assistance to escape.
   b. **Class 3B :** Sitting patients who would be able to escape unassisted in an emergency.
4. **CLASS 4 — WALKING PATIENTS (other than psychiatric) :** Walking patients who are physically able to travel unattended.

Figure 9. Catégorisation des patients pour l'AEROMEDEVAC (STANAG 3204, Ed 8).

Contraintes (19, 20)

Le transport de patients à bord d'aéronefs, qu'ils soient hélicoptères, tactiques ou stratégiques, est tributaire de contraintes environnementales (vol à haute altitude) et liées au vecteur (technique et dynamique).

Les Falcon et Airbus (A310-A340) ont un domaine de vol proche des 11 000 mètres d'altitude et jusqu'à 7 000 km. L'altitude entraîne une diminution de la pression barométrique (hypobarie) qui est susceptible de retentir sur l'état du patient. La composition de l'atmosphère reste constante jusqu'à 30 000 mètres avec une fraction d'oxygène à 21 %. Cependant, l'hypobarie diminue la pression partielle en oxygène de l'air inspiré (PiO_2) pouvant entraîner une hypoxie hypobarique. La

pressurisation de la cabine avec une altitude-cabine maximale à 8 000 pieds (2 438 mètres) entraîne une diminution de la PiO_2 de 25 %. Un sujet sain aura ainsi une saturation en oxygène abaissée à 92-94 %, mais pour des patients fragiles au plan hémodynamique ou respiratoire cela peut induire une décompensation.

La loi de Boyles-Mariotte (Pression x volume = constante) implique que le volume des gaz augmente lors de la montée et diminue avec la descente. Cette expansion est de 20 % entre 3 000 et 5 000 pieds mais peut atteindre 35 % à 8 000 pieds (altitude-cabine). Cette expansion gazeuse peut induire des désagréments voire des douleurs ou des complications au niveau des cavités closes ou semi-closes (cavités ORL, tube digestif, thorax). À titre d'exemple, un pneumothorax minime pourra devenir compressif en vol par dilatation des gaz dans le thorax. Cette variation de volume intéresse également le matériel médical (dilatation des ballonnets de sonde d'intubation, augmentation du volume des gaz délivrés par le respirateur, compression d'attelle pneumatique,…).

La température extérieure à 10 000 mètres d'altitude est de -56 °C. L'air est donc saturé en eau pour de très faible valeur d'hygrométrie. À ces niveaux de vol, l'hygrométrie est comprise entre 4 et 10 % est source d'inconfort pour le patient (assèchement des muqueuses, lésions cornéennes, bouchons intra-bronchiques,…). Toutes ces contraintes nécessitent une surveillance accrue et rapprochée de la part de l'équipe médicale (aspiration régulière des patients intubés-ventilés, protection oculaire, hydratation,…).

D'autres contraintes sont à prendre en compte lors du chargement et de la surveillance du patient. Les accélérations liées au décollage sont linéaires et faibles sur les vols commerciaux, de l'ordre de 0,5 G, alors qu'elles peuvent atteindre 1,3 G pour les Falcon. Ces accélérations doivent être prises en compte en fonction de la pathologie du patient puisqu'elles peuvent retentir sur l'équilibre hémodynamique : en effet, un patient hypovolémique sera placé tête vers l'arrière alors qu'un patient ayant une hypertension intracrânienne sera placé tête vers l'avant. Les vibrations quant à elles sont minimes dans ces aéronefs. De faible fréquence, elles ont pour conséquence une légère augmentation du métabolisme, du débit cardiaque et de la ventilation. Leurs effets peuvent cependant contribuer à majorer les complications par association avec d'autres facteurs de stress (21).

Formation

Cette opération de transport de patients fragiles dans des conditions d'isolement sur de longues durées requiert une très bonne connaissance du milieu aéronautique mais également une haute technicité. Toutes les contraintes environnementales doivent être connues afin d'anticiper toute complication en vol. Ceci nécessite des équipes médicales formées et entraînées. Des formations sont organisées par le Centre de formation de médecine aéronautique (CFMA) afin de familiariser les équipes médicales aux matériels embarqués, aux situations potentiellement rencontrées et au travail d'équipe en situation dégradée.

Conclusion

L'histoire de l'évacuation médicale militaire est en perpétuelle évolution et s'adapte aux conflits, à l'évolution technologique des aéronefs et aux avancées de la médecine.

Les armées ont fait et feront l'acquisition de nouveaux aéronefs (hélicoptère NH90, Airbus A400M et MRTT – Multi Role Tanker Transport), impliquant l'adaptation des procédures de transport aux spécificités de ces aéronefs et également l'adaptation des lots médicaux de convoyage aérien. Certaines développent des projets de drones tactiques permettant de transporter des blessés sur quelques centaines de mètres dans le cadre de la *FORWARD MEDEVAC*.

Compte tenu de l'évolution du contexte géopolitique et militaire international, l'activité de rapatriement médical a profondément évolué pour les armées européennes ces dernières années. En effet, de nombreuses missions dites en *cross-national* (nationalités différentes des équipes médicales de convoyage et des équipages de conduite) sont réalisées dans un but de mutualisation des flottes aériennes européennes. Ces missions particulières impliquent la connaissance, de la part des équipes médicales de convoyage, des aéronefs et des procédures médicales et aéronautiques utilisées par nos confrères européens.

Du théâtre à l'hôpital, la chaîne de l'évacuation médicale du SSA garantit à chaque militaire de pouvoir bénéficier les meilleurs soins dans les meilleures conditions et dans les meilleurs délais.

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

L'Escadrille aérosanitaire 06/560, une unité spécialisée et unique dans les Armées…

Héritière de la Section d'Avions Sanitaires 22/110 basée à Étampes durant la Seconde Guerre mondiale, l'EAS est une unité opérationnelle de l'armée de l'Air spécialisée dans le rapatriement médical des blessés militaires. Elle est stationnée sur la base aérienne de Villacoublay.
Armée par du personnel du SSA (un médecin breveté supérieur en médecine aéronautique et des infirmiers convoyeurs de l'armée de l'Air — ICvAA), elle a pour mission principale de réaliser les évacuations médicalisées sur tout type d'aéronefs mais participe également aux opérations extérieures pour la TACTICAL MEDEVAC sur Casa CN 235.

Autres missions de l'EAS :
- *expertise médicotechnique : expertise et expérimentation des matériels dans les différents aéronefs, adaptation et maintenance des lots médicaux de convoyage aérien, régulation des MEDEVAC au sein de l'EMO-santé et l'European Air Transport Command (EATC) ;*
- *instruction aéromédicale : maintien en condition opérationnelle (technique, médicale, aéronautique), formation continue du personnel SSA et armée de l'Air aux lots de convoyage aérien ;*
- *soutien et assistance en vol : évacuations de ressortissants, missions humanitaires, missions d'aérotransport de hautes autorités,…*

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Timbal J. Histoire de la médecine aéronautique et spatiale française, Paris, Éditions Glyphe, 2009 ; chapitre 6 : « Évacuations sanitaires aériennes » : 297-365.
2. Lam D. Marie Marvingt et le développement des évacuations aériennes sanitaires, Rev Méd Aéro et Spat 2004 ; 45 (166) : 5-11.
3. Linon PJ. De l'aviation sanitaire aux conventions internationales : le rôle de précurseur de Charles Louis Julliot. Med et Armées 2012 : 40 : 143-50.
4. Timbal J. Le docteur Eugène Chassaing, père de l'évacuation sanitaire aérienne, Méd et Armées 2010 ; 38 : 163-70.
5. Marck JL, Jacob G. Le développement des évacuations sanitaires aériennes au cours des opérations au Maroc et au Levant entre 1918 et 1926, Rev Historique des armées 1997 ; 208 : 29-42.
6. Chabanne JP, Pelletier C. Rapatriement par avion des prisonniers et déportés français en 1945. Les moyens mis en œuvre par la France, Méd et Armées, 2006 ; 34 : 265-74.
7. André V. L'hélicoptère sanitaire en Indochine. L'Officier de Réserve : la Médecine, la Chirurgie, la Pharmacie 1954 ; 2:30-1.
8. Chippaux C, Salvagniac A, Lapalle R. De l'évacuation des blessés par voie aérienne au cours de la guerre d'Indochine, Rev Méd Aéro et Spat 1956 ; 11 : 225-39.
9. Barthélémy R. Histoire du transport aérien militaire français, Paris, Ed. France Europe, 1981.
10. Borne M, Fontaine B, Perez JP, Rouquette I, Pats B. Évacuations sanitaires aériennes, d'aujourd'hui à demain. Une évolution nécessaire, Rev Méd Aéro et Spat 1996 ; 35 : 78-82.
11. Doctrine du soutien médical aux engagements opérationnels – Doctrine interarmées DIA – 4.0.10_SOUTMED-OPS (2014), N° 176/DEF/CICDE/NP du 31 juillet 2014.
12. STANAG 3204 Aeromedical Evacuation AAMedP-1.1 et AJMedP-2, novembre 2008 et novembre 2014.
13. MED 3.003 Procédure de demande d'évacuation médicale stratégique, N°458/DEF/DCSSA/EMO du 20 avril 2011.
14. Hartenstein I. Medical Evacuation Policies in NATO. Allied Joint Doctrine for medical evacuation. RTO-MP-HFM-157 AC/323 (HFM-157) TP/254 Specialist meeting 157, Medical Challenges in the Evacuation Chain, 2008.
15. Freiermuth JP. Evacuations sanitaires aériennes tactiques militaires par hélicoptère, Rev Med Aero et Spat 2011 ; 52 : 137-43.
16. Czerniak E, Spriet A, Duron S, Paul F, Huiban N, Causse le Dorze P, et al. Évacuation aérienne médicalisée : une prise de risque pour les pilotes ? Enquête par questionnaire au sein de l'aéronautique d'État. Rev Med Aero Spat 2013 ; 204 : 192-7.
17. Escadrille aérosanitaire. Memento CN 235-200, 2013.
18. Honoré F, Laurent G. Évacuations sanitaires stratégiques par voie aérienne : point de situation et évolution. Méd et Armées 2005 ; 33 : 35-8.
19. Franchin M, Bisconte S, Frattinia B, Kerrien C, Morgand E, Coste S. Pathologies médicales et évacuation sanitaire par voie aérienne. Rev Med Aero et Spat 2011 ; 52 : 164-70.
20. Grasser L, de Rudnicki S, Coste S, Madec S. Évacuation médicale aérienne stratégique individuelle et collective : réponses logistiques et médicales. Le blessé de guerre. Éd. Arnette 2014 ; chap 3 : 503-15.
21. Grisom TE. Critical care air transport : patient flight physiology and organizational considerations. In Hurd W. Aeromedical evacuations : management of acute and stabilized patients. NY Springer 2003:111-35.