



Des membres du personnel médical des Forces armées canadiennes participent à un exercice de formation avec des pseudo-patients à l'hôpital de rôle 2, à Erbil, en Irak, le 23 janvier 2017.

Gracieuseté du Sgt Josephine Carlson, de l'armée américaine

Les équipes chirurgicales avancées : des atouts essentiels pour les opérations terrestres de l'avenir

COLONEL MAX TALBOT, MD FRCSC

Depuis son enrôlement dans les Forces armées canadiennes en 2006 à titre de chirurgien orthopédiste, le colonel Talbot a participé à des déploiements dans de nombreux théâtres d'opérations au sein d'équipes chirurgicales canadiennes et alliées. Il est membre de l'équipe de réanimation chirurgicale mobile depuis sa création en 2009.

Avertissement : Les opinions exprimées dans la présente publication sont celles de l'auteur et ne représentent pas la doctrine, les positions ou les politiques du gouvernement du Canada, du ministère de la Défense nationale, des Forces armées canadiennes ou du Groupe des Services de santé des Forces canadiennes.

Introduction

Dans l'environnement opérationnel terrestre de l'avenir (EOTA), des adversaires astucieux équipés d'armes de pointe représenteront un défi pour les forces terrestres qui participent à des missions couvrant le spectre des conflits¹. Face à cette menace, l'Armée canadienne propose une vision intitulée *Engagement rapproché : La puissance terrestre à l'ère de l'incertitude*, dans laquelle elle prévoit que les équipes de combat se disperseront et se rassembleront avec fluidité pour mener des activités cinétiques et non cinétiques². Des équipes

chirurgicales avancées modernes seront essentielles pour soutenir ce concept opérationnel et ainsi garantir que les militaires blessés au combat ont accès rapidement à des chirurgies de sauvetage³. Dans le contexte de sécurité actuel sur le plan international, les équipes chirurgicales avancées doivent être mises en place rapidement pour être disponibles pendant des opérations de contingence.

Soins aux militaires blessés au combat dans l'environnement opérationnel terrestre de l'avenir

Le sort des militaires de la coalition blessés s'est considérablement amélioré au cours des récents conflits, en partie grâce aux progrès réalisés dans les soins prodigués aux militaires blessés au combat⁴. En Afghanistan et en Irak, la coalition a mis en place des systèmes de traumatologie solides composés de multiples installations de soins médicaux. Le transfert rapide des patients vers les installations chirurgicales, souvent par hélicoptère, était un facteur déterminant de leur survie⁵. Dans ces théâtres d'opérations, les installations de soins médicaux fixes situées dans de grandes bases aériennes sont devenues des centres de traumatologie de référence et également des centres d'évacuation stratégique de victimes⁶. Le déploiement d'hôpitaux de campagne fixes a été une contribution majeure du Canada dans le cadre de ces conflits⁷. Toutefois, les systèmes de traumatologie, qui dépendent de grands hôpitaux de campagne et d'hélicoptères, pourraient être difficiles à mettre en place dans l'EOTA⁸.

Les guerres récentes, notamment dans le Haut-Karabakh et en Ukraine, donnent un aperçu de l'EOTA⁹. La prolifération des drones, des capteurs, des missiles et des munitions rôdeuses permettra aux futurs ennemis d'exécuter des offensives en profondeur qui réduiront la capacité de mettre en place des systèmes de traumatologie solides dans le théâtre d'opérations¹⁰. Les attaques qui entraînent la coupure des lignes de communication des installations de traitement médical (ITM) limiteront l'évacuation des blessés et le réapprovisionnement des produits consommables¹¹. Il est également possible que soient menées des frappes directes visant les ressources médicales. En effet, dans les guerres contemporaines, des attaques délibérées «sont souvent menées contre des ITM, et ce, en dépit des interdictions légales¹². Par conséquent, il pourrait être nécessaire d'établir les futurs hôpitaux de campagne hors de portée de certains systèmes d'armes ennemis, ce qui augmenterait la distance entre le lieu de blessure et la salle de chirurgie¹³. En outre, la perte de la maîtrise de l'air par les alliés exacerberait ces problèmes¹⁴. Dans ce contexte, les équipes chirurgicales avancées seront indispensables pour garantir l'accès à la chirurgie dans les délais prévus par la doctrine¹⁵. Malgré leur petite taille, des équipes chirurgicales avancées adéquatement gérées ont obtenu des résultats comparables à ceux de grands hôpitaux de campagne¹⁶

Caractéristiques des équipes chirurgicales avancées

Les équipes chirurgicales avancées peuvent être déployées rapidement, ce qui constitue une caractéristique importante pour soutenir une armée

qui « sera encore organisée, entraînée et équipée de manière à pouvoir se déployer rapidement et en éléments évolutifs afin de satisfaire aux exigences des missions futures¹⁷ ». Par exemple, plusieurs équipes chirurgicales avancées ont été requises sur-le-champ lors de l'invasion de l'Afghanistan. En octobre 2001, une équipe chirurgicale avancée des forces terrestres des États-Unis [US Army] a été déployée pour fournir des soins dans le cadre d'opérations se déroulant dans le nord de l'Afghanistan et a été la seule ressource chirurgicale dans ce secteur jusqu'à ce qu'un hôpital de campagne soit mis en place deux mois plus tard¹⁸. En novembre, une équipe des forces navales des États-Unis [US Navy] composée de personnel médical de différentes unités a été déployée au Camp Rhino, dans la province de l'Helmand, pour une période de six semaines¹⁹. En décembre, une deuxième équipe de la US Army a été déployée à l'aérodrome de Kandahar après sa prise par les forces de la coalition²⁰. De surcroît, deux opérations menées récemment par la France ont démontré l'utilité des équipes chirurgicales à déploiement rapide. En 2013, la France a déployé 1 600 militaires en République centrafricaine pour mener une opération de stabilisation approuvée par le Conseil de sécurité des Nations unies²¹. Une antenne chirurgicale a été déployée immédiatement et est devenue opérationnelle dans les heures qui ont suivi son arrivée dans le théâtre d'opérations²². L'équipe a traité de nombreux blessés au cours des trois mois suivants, dont 36 patients souffrant de lésions traumatiques²³. Plus tôt dans l'année, les antennes chirurgicales ont également joué un rôle essentiel dans le cadre de l'opération SERVAL, la phase initiale des opérations françaises au Mali²⁴. Ces exemples illustrent l'importance des équipes chirurgicales avancées à déploiement rapide. Leur faible empreinte constitue un avantage significatif lorsque les unités de combat et de soutien sont en concurrence pour obtenir un transport aérien stratégique auquel l'accès est limité²⁵.

Les équipes chirurgicales avancées sont très mobiles. Leur capacité à suivre de près les unités de manœuvre leur permet de rester à proximité du lieu de blessure et elles peuvent ainsi fournir des soins chirurgicaux optimaux²⁶. Lors de l'invasion de l'Irak en 2003, la US Navy, la US Army et l'Armée britannique ont toutes eu recours à des équipes chirurgicales avancées qui suivaient les unités de manœuvre dans leur progression vers l'Irak à partir du Sud²⁷. Ces équipes se sont déplacées à plusieurs reprises dans des délais très courts et ont pratiqué des chirurgies d'extrême urgence sur des blessés graves avant de les transférer à un niveau de soins supérieur²⁸. Dans les premiers jours de l'invasion en Irak, une équipe chirurgicale avancée de la US Army a participé à un saut opérationnel sur un aérodrome situé dans le Nord²⁹. Une partie de l'équipe a été parachutée avec le groupe initial de la force d'assaut afin d'assurer des soins chirurgicaux immédiats³⁰. L'équipe entière a ensuite appuyé la prise de Kirkuk, à 110 km au sud, par une force combinée composée des forces d'opérations spéciales, d'une partie de l'effectif de la 173^e brigade aéroportée

[173rd Airborne Brigade] et de milices kurdes³¹. La phase initiale de la guerre en Irak en 2003 est un rare exemple où les équipes chirurgicales avancées modernes ont été employées conformément à la doctrine dans le cadre d'une opération mécanisée de grande envergure.

Grâce à leur faible empreinte, les équipes chirurgicales avancées peuvent facilement accomplir leur travail dans des endroits variés³². Dans le cadre des guerres urbaines, les bâtiments, les tunnels et les bunkers peuvent servir d'abris aux équipes médicales³³. À titre d'exemple, pendant la guerre civile en Syrie, de petites équipes chirurgicales civiles menaient leurs activités de manière dispersée dans les villes afin d'accroître leur surviabilité³⁴. Pour ce qui est des opérations dans les régions côtières, les équipes chirurgicales avancées des forces navales peuvent travailler à bord de navires ou à terre³⁵. Pendant la guerre des Malouines, par exemple, une équipe embarquée de soutien chirurgical de la Marine royale a été transférée à terre dans un délai très court en raison de la menace que la force aérienne de l'Argentine faisait peser sur les navires de surface³⁶. L'équipe chirurgicale, dont l'effectif est réduit, a pu monter rapidement à bord d'une péniche de débarquement³⁷. Une fois à terre, l'équipe a rejoint d'autres éléments médicaux, y compris des équipes chirurgicales avancées de l'Armée, et s'est installée dans un bâtiment abandonné où de nombreux blessés ont été traités au cours des trois semaines suivantes³⁸. La capacité des équipes chirurgicales avancées de se déplacer et de s'adapter en permanence peut accroître leur surviabilité dans l'EOTA³⁹.

Lors des opérations de moindre intensité, les équipes chirurgicales avancées permettent de réaliser des économies de forces par rapport aux grands hôpitaux de campagne. Par exemple, la Nouvelle-Zélande a déployé une équipe chirurgicale avancée pour soutenir une force de 1 200 personnes dans une région reculée du Timor-Leste⁴⁰. L'isolement de la région a rendu nécessaire la présence d'une équipe chirurgicale malgré un niveau de violence relativement faible. La plupart des interventions chirurgicales ont consisté à aider la population locale à soigner des affections sans rapport avec le conflit⁴¹. À plus grande échelle, entre 2014 et 2016, le système de traumatologie de la coalition en Irak reposait exclusivement sur de petites équipes chirurgicales⁴². L'économie de ressources chirurgicales sera essentielle pour appuyer les lignes d'opérations simultanées prévues dans la Politique de défense nationale du Canada⁴³.

Innovations doctrinales

L'EOTA peut représenter un défi majeur en particulier pour les petites équipes médicales confrontées à des difficultés telles qu'un grand nombre de blessés, des possibilités restreintes pour l'évacuation des patients et un réapprovisionnement limité. Ces difficultés peuvent être atténuées par des innovations en matière de doctrine⁴⁴. Les concepts importants pour orienter l'innovation comprennent les soins prolongés aux blessés et le triage adapté à la situation. En ce qui concerne les soins prolongés sur le terrain, les techniciens médicaux ou les fournisseurs de soins primaires doivent prodiguer une gamme élargie de soins lorsque le transfert d'une personne blessée vers un établissement de soins chirurgicaux est retardé⁴⁵. Le concept en question devrait être appliqué aux équipes chirurgicales avancées, qui peuvent également se trouver dans

des situations où il est impossible d'évacuer les patients vers un niveau de soins supérieur⁴⁶. La prise en charge prolongée de blessés dans une installation chirurgicale avancée peut rendre nécessaires les procédures chirurgicales de suivi après la chirurgie d'extrême urgence et la prestation de soins intensifs prolongés⁴⁷. Cela peut aussi accroître les besoins en ce qui concerne l'hébergement de patients⁴⁸. Le triage adapté à la situation tient compte de facteurs opérationnels tels que le soutien logistique et la préservation de la puissance de combat dans l'attribution des ressources médicales⁴⁹. Dans le cadre d'opérations de haute intensité, il peut s'agir d'accorder une plus grande priorité aux militaires dont les blessures sont relativement légères et qui pourraient potentiellement retourner au combat⁵⁰. Les implications du triage adapté à la situation et des soins prolongés aux blessés pour l'équipe chirurgicale avancée méritent une réflexion plus approfondie.

De légères modifications à l'équipement, au personnel et à l'instruction pourraient être nécessaires.

Les autres éléments à prendre en compte sont la modularité, l'autonomie et les équipes de transport de soins intensifs. Lorsque l'on fragmente les éléments en plus petits composants, on accroît la flexibilité opérationnelle. En effet, en Afghanistan, les équipes chirurgicales avancées de la US Army ont été divisées en sous-unités pour couvrir des endroits distincts et ont pu mener leurs opérations avec succès⁵¹. Les récentes équipes chirurgicales avancées alliées ont intégré une approche modulaire afin d'améliorer leur flexibilité opérationnelle⁵². Les équipes chirurgicales avancées devraient pouvoir fonctionner indépendamment d'un hôpital de campagne afin de pouvoir être déployées seules dans des environnements où les conflits sont de faible intensité. Finalement, une équipe intégrée de transport de soins intensifs chargée d'évacuer les patients au moyen de plateformes improvisées offrirait davantage d'options pour le déplacement de patients dans des environnements contestés⁵³.

Innovation technologique

Les technologies de pointe peuvent compenser les lacunes des petites équipes chirurgicales en améliorant le triage, la logistique et les communications⁵⁴. La plupart de ces technologies dépendront des capacités améliorées en matière de connectivité proposées dans *Engagement rapproché*⁵⁵. Les capteurs et l'intelligence artificielle peuvent améliorer la connaissance de la situation médicale et la prise de décision dans l'ensemble d'un théâtre d'opérations⁵⁶. Les capteurs intégrés à l'équipement des soldats pourraient bientôt permettre un suivi physiologique des personnes blessées dès qu'elles sont blessées⁵⁷. En outre, selon des études, l'intelligence artificielle peut déterminer avec précision quels patients ont besoin d'une intervention chirurgicale d'urgence ou de produits sanguins uniquement à partir de l'information de base disponible au lieu de la blessure, comme les signes vitaux et l'emplacement de la plaie⁵⁸. La convergence de ces technologies pourrait à terme améliorer les performances des systèmes de traumatologie en faisant correspondre en temps réel l'offre et la demande en matière de chirurgie afin d'éviter de submerger les petites équipes dont les capacités sont limitées⁵⁹. Ces améliorations

seraient utiles dans les conflits de haute intensité où le nombre de blessés pourrait facilement surcharger les décideurs humains⁶⁰.

L'approvisionnement limité, notamment de produits sanguins, restreint la capacité des équipes chirurgicales avancées d'héberger les patients pendant de longues périodes. Dans l'avenir, les véhicules aériens sans équipage, les parachutes et les planeurs, pourraient constituer des options de réapprovisionnement⁶¹. Les drones réutilisables à voilure fixe qui parachutent de petites charges se sont déjà imposés comme une méthode fiable pour assurer la livraison de produits sanguins⁶². Les drones à décollage et atterrissage verticaux ou les drones à rotors multiples seraient idéaux pour le transport des fournitures médicales dans un champ de bataille urbain⁶³. Le réapprovisionnement par parachute constitue une autre option, d'autant plus que des recherches récentes ont confirmé que les globules rouges demeurent intacts après un largage⁶⁴. Les petits planeurs de précision, qui en sont actuellement aux premières étapes d'essai, pourraient également être employés pour le réapprovisionnement⁶⁵. Ces méthodes de ravitaillement d'urgence pourraient permettre aux équipes chirurgicales avancées de prodiguer des soins prolongés aux blessés jusqu'à ce que les patients puissent être évacués en toute sécurité pendant les périodes de supériorité aérienne⁶⁶.

Finalement, la télémédecine permet à des experts de fournir des conseils à distance aux membres du personnel médical lorsqu'ils sont confrontés à des situations dépassant leur champ d'activité habituel. Par exemple, la téléconsultation est conseillée aux médecins qui ne sont pas des neurochirurgiens et qui envisagent de procéder à une craniectomie décompressive⁶⁷. Une connexion vidéo avec des images de réalité augmentée peut faciliter ce type de procédures chirurgicales complexes⁶⁸. Les cliniciens des équipes chirurgicales avancées peuvent occasionnellement tirer profit de la télémédecine pour effectuer des procédures avancées ou pour alléger leur charge cognitive⁶⁹.

Les technologies avancées peuvent être utiles dans certaines circonstances, mais elles peuvent présenter des risques graves face à un ennemi disposant de capacités de guerre électronique de pointe⁷⁰. La technologie ne remplacera jamais une base solide en matière de réanimation, de chirurgie et de tactique⁷¹. L'excellence dans ces domaines sera toujours le fondement de la réussite des petites équipes chirurgicales⁷².

Mise en place d'équipes chirurgicales avancées

Le Groupe des Services de santé des Forces canadiennes a acquis une expérience opérationnelle considérable en ce qui concerne les ressources avancées depuis la création de l'équipe de réanimation chirurgicale mobile et de l'Équipe médicale canadienne d'intervention d'urgence⁷³. Outre ces initiatives prévues, une équipe américano-canadienne en déploiement a récemment improvisé une salle de chirurgie conteneurisée transportée par un camion gros porteur blindé⁷⁴. Dans l'ensemble, la vaste expertise interne des Forces armées canadiennes (FAC) permet la mise en place rapide d'équipes chirurgicales avancées.

La coopération interalliée, la recherche opérationnelle et les jeux de guerre peuvent contribuer à faire évoluer les équipes chirurgicales avancées. La conception des équipes chirurgicales avancées de la France



Des membres de l'équipe chirurgicale de l'hôpital fournissant des soins de santé de rôle 2 améliorés s'occupent d'un patient simulé au cours de l'exercice COLLABORATIVE CanUK, à la Base des Forces canadiennes Kingston, le 20 septembre 2015.

Cpl Mark Schombs, BS 4 Div C, Services d'imagerie de la garnison Petawawa

et des États-Unis, récemment mise à jour après des décennies d'expérience opérationnelle, permet aux FAC d'obtenir des renseignements précieux⁷⁵. La collaboration avec les alliés est également nécessaire pour garantir l'interopérabilité⁷⁶. Les méthodes de recherche opérationnelle peuvent aider les personnes chargées de mettre en place ces équipes à atteindre un équilibre optimal entre la capacité, la composition et la mobilité d'une équipe. L'emploi d'équipes chirurgicales avancées dans le cadre d'un conflit peut être étudié par l'entremise de jeux de guerre qui permettent d'expérimenter des concepts radicaux. Par exemple, la dispersion adaptable pourrait être appliquée aux ressources chirurgicales⁷⁷. Un réseau d'équipes chirurgicales avancées dispersées pourrait évacuer les patients directement vers des installations de rôle 3 situées dans des zones sécurisées et éloignées afin de réduire le nombre d'installations médicales fixes à portée des systèmes d'armes de l'ennemi. Finalement, leur intégration aux exercices réalistes de l'Armée sera nécessaire pour affiner le concept canadien de l'équipe chirurgicale avancée⁷⁸.

Conclusion

En Afghanistan et en Irak, les FAC ont excellé dans l'exploitation d'hôpitaux de campagne fixes. Cette compétence de base demeurera toujours importante, mais l'évolution de l'environnement dans lequel se déroulent les opérations terrestres rend nécessaire le recours à des ressources chirurgicales mobiles. Par conséquent, la mise en place d'équipes chirurgicales avancées est requise de toute urgence pour appuyer la vision

de l'Armée décrite dans *Engagement rapproché*. Leur conception peut s'inspirer de l'expérience récente, mais doit être adaptée à l'espace de combat moderne. L'expérimentation de nouveaux concepts et de nouvelles technologies est essentielle pour mettre sur pied des équipes chirurgicales avancées canadiennes qui se caractérisent par la résilience et la survivabilité⁷⁹.



Notes

- A. Kaduck, R. Bell R. et P. Gizewski, *Engagement rapproché : La puissance terrestre à l'ère de l'incertitude*, Centre de guerre terrestre de l'Armée canadienne, 2019, p. 12-16.
- Ibid.*, p. 22-24.
- Dans le présent article, l'expression « équipe chirurgicale avancée » est utilisée comme terme générique pour désigner des équipes mobiles de petite taille (moins de 20 personnes) chargées d'effectuer des opérations chirurgicales et des manœuvres de réanimation d'urgence (rôle 2F dans la doctrine de l'OTAN). Voir : Bureau OTAN de normalisation, *AJP-4.10 : Doctrine alliée interarmées du soutien médical*, édition C, version 1, septembre 2019, chapitre 2, p. 15. La doctrine des Services de santé des Forces canadiennes propose une équipe chirurgicale avancée de 16 personnes. Voir : CFJP 4-10 Health Services, édition 2, 29 juillet 2022, p. 6-5. Voir aussi : H. Tien et A. Beckett, « Medical support for future large-scale combat operations », *Journal of Military, Veteran and Family Health*, 8(s2), 2022, p. 24; et Kaduck p. 52.
- J.B. Holcomb, L.G. Stansbury, H.R. Champion, et al., « Understanding combat casualty care statistics », *The Journal of Trauma Injury Infection and Critical Care*, 60(2), 2006, p. 400; S.C. Nessen, J. Gurney, T.E. Rasmussen, et al., « Unrealized potential of the US military battlefield trauma system: DOW rate is higher in Iraq and Afghanistan than in Vietnam, but CFR and KIA rate are lower », *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 85(S1), 2018, p. S4-S12; et B.J. Eastridge, G. Costanzo, D. Jenkins, et al., « Impact of joint theater trauma system initiatives on battlefield injury outcomes », *American Journal of Surgery*, 198(6), 2009, p. 852-857.
- J.T. Howard, R.S. Kotwal, A.R. Santos-Lazada, et al., « Reexamination of a battlefield trauma golden hour policy », *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 84(1), 2018, p. 11-18; R.S. Kotwal, J.T. Howard, J.A. Orman, et al., « The Effect of a Golden Hour Policy on the Morbidity and Mortality of Combat Casualties », *JAMA Surgery*, 151(1), 2016, p. 15-24; et J.T. Howard, R.S. Kotwal, C.A. Stern, et al., « Use of Combat Casualty Care Data to Assess the US Military Trauma System During the Afghanistan and Iraq Conflicts, 2001-2017 », *JAMA Surgery*, 154(7), 2019, p. 600-608.
- L'auteur évite délibérément de classer les installations médicales en fonction de leur « rôle » au sein de l'OTAN. D'un point de vue opérationnel, il peut être plus utile de classer les ressources chirurgicales en fonction de leur mobilité dans le théâtre d'opérations, depuis les équipes chirurgicales d'opérations spéciales très mobiles jusqu'aux hôpitaux de campagne fixes. Des auteurs ont déjà fait part d'une réflexion semblable. Voir : I. Lane, Z. Stockinger, S. Sauer, et al., « The Afghan Theater: A Review of Military Medical Doctrine From 2008 to 2014 Military Medicine », 182(S1), 2017, p. 37-38.
- Voir, par exemple : R. Brisebois, P. Henneke, R. Kao, et al., « The Role 3 Multinational Medical Unit at Kandahar Airfield 2005-2010 », *Journal canadien de chirurgie*, 54(6), 2011, p. S 124-9; M.P. DaCampa, R.L. Kao, C. Berger, et al., « Utilization profile of the Canadian-led coalition Role 2 Medical Treatment Facility in Iraq: the growing requirement for multinational interoperability », *Journal canadien de chirurgie*, 61(6), 2018, p. S195-S202.
- T.M. Fazal, T. Rasmussen, P. Nelson, et al., « How Long Can the U.S. Military's Golden Hour Last? », *War on the Rocks*, 8 octobre 2018, à l'adresse suivante : <https://warontherocks.com/2018/10/how-long-can-the-u-s-militarys-golden-hour-last/>; B. Thomas, *Preparing for the Future of Combat Casualty Care*, RAND Corporation, Santa Monica, California, 2021 p. 28-29; M. Fandre, « Medical Changes Needed for Large-Scale Combat Operations: Observations from Mission Command Training Program Warfighter Exercises », *Military Review*, mai-juin 2020, p. 37-45; et J. Leasiolagi, T. Holton, K. Doyle, et al., « Proposed specifications of a mobile operating room for far-forward surgery », *Journal canadien de chirurgie*, 61(6), 2018, p. S 180.
- E.H. Erickson, « The 44-Day War in Nagorno-Karabakh: Turkish Drone Success or Operational Art? », *Military Review*, Online Exclusive, août 2021, à l'adresse suivante : <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/img/Online-Exclusive/2021/erickson/Erickson-the-44-day-war.pdf>; et J. Watling et S. Kaushal, « The Democratization of Precision Strike in the Nagorno-Karabakh Conflict », *Royal United Services Institute*, 22 octobre 2020, à l'adresse suivante : <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/democratisation-precision-strike-nagorno-karabakh-conflict>.
- B. Devereaux, « Loitering Munitions in Ukraine and Beyond », *War on the Rocks*, 22 avril 2022, à l'adresse suivante : <https://warontherocks.com/2022/04/loitering-munitions-in-ukraine-and-beyond/>; J.N. Williams, « Killing Sanctuary: The Coming Era of Small, Smart, Pervasive Lethality », *War on the Rocks*, 8 septembre 2017, à l'adresse suivante : <https://warontherocks.com/2017/09/killing-sanctuary-the-coming-era-of-small-smart-pervasive-lethality/>; M. Kepe, « Lives on the Line: The A2AD Challenge to Combat Casualty Care », *Modern War Institute at West Point*, 7 juillet 2018, à l'adresse suivante : <https://mwi.usma.edu/lives-line-a2ad-challenge-combat-casualty-care/>; et B. Thomas, p. 13-16.
- J. Hoffmann et P. Holoye, « Logistical Operations in Highly Lethal Environments », *Military Review*, novembre-décembre 2017, p. 87.
- Malgré la protection accordée aux installations médicales par l'article 19 de la Convention (I) de Genève pour l'amélioration du sort des blessés et des malades dans les forces armées en campagne, les attaques contre les installations médicales sont fréquentes dans les conflits armés. L'Organisation mondiale de la Santé tient à jour une base de données sur les attaques contre les installations médicales et le personnel soignant à l'adresse suivante : https://extranet.who.int/ssa/LeftMenu/Index.aspx?utm_source=Stopping%20attacks%20on%20health%20care%20statistics&utm_medium=link&utm_campaign=Link_who.
- Kepe.
- A. Grynkeiwich, « The Future of Air Superiority, Part I: The Imperative », *War on the Rocks*, 3 janvier 2017, à l'adresse suivante : <https://warontherocks.com/2017/01/the-future-of-air-superiority-part-i-the-imperative/>.
- La doctrine de l'OTAN exige que les blessés aient accès à des soins chirurgicaux dans les deux heures suivant la blessure. Voir : AJP-4.10, chapitre 3, p. 9-11. Toutefois, lorsque cela est possible, d'un point de vue tactique, des délais plus courts sont souhaitables. Voir : K. Remick, et al., « Defining the Optimal Time to the Operating Room May Salvage Early Trauma Deaths », *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 76(5), 2014, p. 1251-58; et Kaduck, p. 52.
- J.T. Howard, R.S. Kotwal, A.R. Santos-Lazada, et al., p. 15; et B.J. Eastridge, L.G. Stansbury, H. Stinger, et al., « Forward Surgical Teams provide comparable outcomes to combat support hospitals during support and stabilization operations on the battlefield », *The Journal of Trauma Injury Infection and Critical Care*, 66(4S), 2009, p. S48-S50.
- Kaduck, p. 24.
- G.E. Peoples, T. Gerlinger, R. Craig, et al., « The 274th Forward Surgical Team experience during Operation Enduring Freedom », *Military Medicine*, 170 (6), 2005, p. 451-459.
- T.R. Bilski, B.C. Baker, J.R. Grove, et al., « Battlefield casualties treated at Camp Rhino, Afghanistan: lessons learned », *The Journal of Trauma Injury Infection and Critical Care*, 54(5), 2003, p. 814-821.
- R.J. Place, R.M. Rush, E.D. Arrington, « Forward surgical team (FST) workload in a special operations environment: the 250th FST in Operation ENDURING FREEDOM », *Current Surgery*, 60(4), 2003, p. 418-422.
- Résolution du Conseil de sécurité des Nations Unies 2127 à l'adresse suivante : <http://unscr.com/files/2013/02127.pdf>.
- B. Malgras, O. Barbier, P. Pasquier, et al., « Initial deployment of the 14th Parachutist Forward Surgical Team at the beginning of the operation Sangaris in Central African Republic », *Military Medicine*, 180(5), 2015, p. 533-538. Pour en savoir davantage sur l'histoire des antennes chirurgicales, voir : de Saint-Julien J., Vergos M., *Les antennes chirurgicales, un concept d'actualité*, *Bulletin de l'Académie nationale de médecine*, 190(4-5), 2006, p. 1051-1059.
- Malgras, p. 535.
- M. Shurkin, *France's War in Mali: Lessons for an Expeditionary Army*, RAND Corporation, Santa Monica, California, 2014, p. 37-38; et B. Malgras, O. Barbier, L. Petit, et al., « Surgical challenges in a new theater of modern warfare: The French role 2 in Gao, Mali », *Injury*, 47(1), 2016, p. 99-103.
- M. Wisemann, B.C. Tibbetts, « Multi-Domain Operations in Urban Terrain and Implications for the Medical Line of Effort », *Military Review*, septembre-octobre 2021, p. 47; et B. Thomas, p. 50.
- B.C. Beldowicz, M. Bellamy et R. Modlin R., « Death Ignores the Golden Hour. The Argument for Mobile, Farther-Forward Surgery », *Military Review*, mars-avril 2020, p. 44-47.

- 27 T.H. Patel, K.A. Wenner, S.A. Price, et al., « A U.S. Army Forward Surgical Team's experience in Operation Iraqi Freedom », *The Journal of Trauma Injury Infection and Critical Care*, 57(2), 2004, p. 201-207; L.W. Chambers, P. Rhee, B.C. Baker, et al., « Initial experience of US Marine Corps forward resuscitative surgical system during Operation Iraqi Freedom », *Archives of Surgery*, 140(1), 2005, p. 26-32; P.J. Parker, S.A. Adams, D. Williams, et al., « Forward surgery on Operation Telic—Iraq 2003 », *Journal of the Royal Army Medical Corps*, 151(3), 2005, p. 186-91.
- 28 *Ibid.*
- 29 R.M. Rush Jr, N.R. Stockmaster, H.K. Stinger, et al., « Supporting the Global War on Terror: a tale of two campaigns featuring the 250th Forward Surgical Team (Airborne) », *American Journal of Surgery*, 189(5), 2005, p. 564-70.
- 30 *Ibid.*
- 31 *Ibid.*
- 32 United States Army Medical Center of Excellence, Directorate of Training and Doctrine, Doctrine Literature Division, *The Medical Detachment, Forward Resuscitative and Surgical, Army Technique Publication (ATP) 4-02.25*, 2020, p. 4-3.
- 33 Canadian Forces Health Services Publication (CFHSP-2), *Health Services in Land Operations*, 27 juin 2022, p. 4-13.
- 34 A. Sankari, B. Atassi et M.Z. Sahloul, « Syrian field hospitals: A creative solution in urban military conflict combat in Syria », *Avicenna Journal of Medicine*, 3(3), 2013, p. 85.
- 35 CFHSP-2 p. 4-7; et Kaduck, p. 53.
- 36 R.T. Jolly, « Ajax Bay », *Journal of The Royal Naval Medical Service*, 69(1), 1983, p. 35-39.
- 37 L'équipe « Role 2 Afloat » de la Royal Navy se compose actuellement de 18 personnes, comme la plupart des équipes chirurgicales avancées à terre. Voir : J.E. Risdall, R.M. Heames, G. Hill, « Role 2 afloat », *Journal of the Royal Army Medical Corps*, 157(4), 2011, p. 362-4.
- 38 J.G. Penn-Barwell, R. Jolly et R. Rickard, « Medical support to Operation CORPORATE », *Journal of the Royal Naval Medical Service*, 103(2), 2017, p. 93-97.
- 39 Hoffmann, p. 89-93; et Kepe.
- 40 A.C. Dunn, « East Timor: the work of the New Zealand Forward Surgical Team from 1999 to 2000 », *Military Medicine*, 167(10), 2002, p. 810-1.
- 41 *Ibid.*
- 42 S.G. Schauer, J.F. Naylor, M.D. April, et al., « The First 30 Months Experience in the Non-Doctrinal Operation Inherent Resolve Medical Theater », *Military Medicine*, 184(5-6), 2019, p. e319.
- 43 Gouvernement du Canada, *Protection, Sécurité, Engagement : La politique de défense du Canada*, Ministère de la Défense nationale, 2017, p. 81.
- 44 Les sections consacrées à l'innovation en matière de doctrine et de technologie s'inspirent de l'ouvrage *Adaptation Under Fire* du général David Barno et de Nora Bensahel, Toronto, Oxford University Press, 2020.
- 45 J. Schmid et D. Pannell, « The origin, evolution, and future of prolonged field care in the Canadian Special Operations Forces Command », *Journal of Military, Veteran and Family Health*, 8(s2), 2022, p. 97-103; et CFHSP-2, p. 2-3.
- 46 A. Luft, P. Pasquier, E. Soucanye de Landevoisin, et al., « The Damage Control Resuscitation and Surgical Team: The New French Paradigm for Management of Combat Casualties », *Military Medicine*, 187(3-4), 2022, p. 276; et ATP 4-02.25, p. 2-1.
- 47 R.N. Lesperance, S. Adamson, et J.M. Gurney, « Lessons Learned During Prolonged Care of Combat Casualties by a Minimally Manned Surgical Team », *Military Medicine*, 2021, en ligne avant l'impression, DOI : 10.1093/milmed/usab299.
- 48 Thomas, p. 35-37.
- 49 B.C. Beldowicz, R. Modlin, M. Bellamy, et al., « Situational Triage: Redefining Medical Decision- Making for Large-Scale Combat Operations », *Military Review*, juillet-août 2022, p. 115-122.
- 50 *Ibid.*
- 51 S.C. Nessen, D.R. Cronk, J. Edens, et al., « US Army two-surgeon teams operating in remote Afghanistan—an evaluation of split-based Forward Surgical Team operations », *The Journal of Trauma Injury Infection and Critical Care*, 66(4S), 2009, p. S37-47.
- 52 ATP 4-02.25, p. 2-1; et Luft, p. 276.
- 53 B.C. Beldowicz, M. Bellamy et R. Modlin, « Death Ignores the Golden Hour. The Argument for Mobile, Farther-Forward Surgery », *Military Review*, mars-avril 2020, p. 46.
- 54 Des auteurs précédents ont également abordé le sujet de l'utilisation de la technologie pour améliorer les soins aux blessés dans l'espace de combat du futur. Voir : P. Parker, H. Pynn, A.G. Haldane, et al., « UK Field Medical Care 2032: one Military Vision », *BMJ Military Health*, 2022, en ligne avant l'impression, DOI : 10.1136/bmjilitary-2021-002056; et Fazal T.M. et al.
- 55 Kaduck, p. 22.
- 56 G. Priems et P. Gizewski, « Exploitation de l'intelligence artificielle par l'Armée canadienne », *Journal de l'Armée du Canada*, 19(2), p. 44-55.
- 57 M. Smith, R. Withnall, S. Anastasova, et al., « Developing a multimodal biosensor for remote physiological monitoring », *BMJ Military Health*, 2021, en ligne avant l'impression, DOI : 10.1136/bmjilitary-2020-001629; et P. Dhillon, K. Tam et E. Juneau, « Dress for success: Embedded health sensors in the future soldier », *Journal of Military, Veteran, and Family Health*, 8(s2), 2022, p. 109-115.
- 58 D. Lammers, C. Marengo, K. Morte, et al., « Machine Learning for Military Trauma: Novel Massive Transfusion Predictive Models in Combat Zones », *Journal of Surgical Research*, 270, 2022, p. 369-375; C.J. Nederpell, A.K. Mokhtari, O. Alser, et al., « Development of a field artificial intelligence triage tool: Confidence in the prediction of shock, transfusion, and definitive surgical therapy in patients with truncal gunshot wounds », *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 90(6), 1^{er} juin 2021, p. 1054-1060; C. Nemeth, A. Amos-Binks, C. Burris, et al., « Decision Support for Tactical Combat Casualty Care Using Machine Learning to Detect Shock », *Military Medicine*, 186(1S), 2021, p. 273-280; et P.R. Jenkins, B.J. Lunday et M.J. Robbins, « Artificial Intelligence for Medical Evacuation in Great-Power Conflict », *War on the Rocks*, 22 septembre 2020, à l'adresse suivante : <https://warontherocks.com/2020/09/artificial-intelligence-for-medical-evacuation-in-great-power-conflict/>.
- 59 *Engagement rapproché* décrit un concept similaire en ce qui concerne la logistique non médicale. Voir Kaduck, p. 27.
- 60 Fandre, p. 37; et B.C. Beldowicz, R. Modlin, M. Bellamy, et al., « Situational Triage: Redefining Medical Decision- Making for Large-Scale Combat Operations », *Military Review*, juillet-août 2022, p. 116.
- 61 Thomas, p. 44-47.
- 62 W. Glauser, « Blood-delivering drones saving lives in Africa and maybe soon in Canada », *Canadian Medical Association Journal*, 190(3), 22 janvier 2018, p. E88-E89.
- 63 T. Mesar, A. Lessig et D.R. King, Use of Drone Technology for Delivery of Medical Supplies During Prolonged Field Care. *Journal of Special Operations Medicine*, 18 (4), 2018, 44 34 29 35; et V. Homier, D. Brouard, M. Nolan, et al., « Drone versus ground delivery of simulated blood products to an urban trauma center: The Montreal Medi-Drone pilot study », *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 90 (3), 2021, 44 515 29 521.
- 64 R.L. Tong, C.W. Bohike, R.W. Clemente Fuentes, et al., « Operation Blood Rain: The Effect of Airdrop on Fresh Whole Blood », *Journal of Special Operations Medicine*, 21 (2), 2021, p. 29-33; O. Javaudin, A. Baillon, N. Varin, et al., « Air-drop blood supply in the French Army », *Journal of the Royal Army Medical Corps*, 164(4), 2018, p. 240-244; M. Bates, S. Watts, H. Doughty, et al., « Effect of parachute delivery on red blood cell (RBC) and plasma quality measures of blood for transfusion », *Transfusion*, 61(1S), 2021, p. S223-S233; et C. Boscarino, H. Tien, J. Acker, et al., « A. Feasibility and transport of packed red blood cells into Special Forces operational conditions », *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 76(4), 2014, p. 1013-1019.
- 65 B. Tingley, « Autonomous Resupply Gliders Made Successful Deliveries On Their First Overseas Deployment », *The War Zone*, 2 février 2022, à l'adresse suivante : <https://www.thedrive.com/the-war-zone/4411/autonomous-resupply-gliders-made-successful-deliveries-on-their-first-overseas-deployment>.
- 66 M.K. Bremer et K.A. Grieco, « In Denial About Denial: Why Ukraine's Air Success Should Worry the West », *War on the Rocks*, 15 juin 2022, à l'adresse suivante : <https://warontherocks.com/2022/06/in-denial-about-denial-why-ukraines-air-success-should-worry-the-west/>.
- 67 R. Bell et al., *Emergency Life-Saving Cranial Procedures by Non-Neurosurgeons in Deployed Setting*, DoD Joint Trauma System, 23 avril 2018.
- 68 Voir, par exemple : A.W. Kirkpatrick, H. Tien, A.T. LaPorta, et al., « The marriage of surgical simulation and telementoring for damage-control surgical training of operational first responders: A pilot study », *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 79(5), 2015, p. 741-7; et J. McPherson, C. Kennedy, G. Slobogean G., et al., « Augmented-reality telementoring for leg fasciotomy: a proof-of-concept study », *BMJ Military Health*, 2022, en ligne avant l'impression, DOI : 10.1136/bmj-military-2021-001975.
- 69 G. McKnight, D. O'Reilly, H. Guthrie, et al., « Lessons from the use of telemedicine in the austere military environment and the implications for deployed surgical teams », *BMJ Military Health*, 2022, en ligne avant l'impression, DOI : 10.1136/bmj-military-2021-002060; et Leasiologi, p. S 183.
- 70 B. Clark, « The Fall and Rise of Russian Electronic Warfare », *IEEE Spectrum*, 30 juillet 2022, à l'adresse suivante : <https://spectrum.ieee.org/the-fall-and-rise-of-russian-electronic-warfare>.
- 71 Wissemann, p. 48; Kaduck, p. 31; et CFHSP-2 p. 2-14.
- 72 J.B. Baker, D.M. Northern, C. Frament, et al., « Austere Resuscitative and Surgical Care in Support of Forward Military Operations-Joint Trauma System Position Paper », *Military Medicine*, 186(1/2), 2020, p. 16.
- 73 M. Talbot, C. Forestier et I. Beck, « Far-forward surgery in the modern battlespace », *Journal of Military, Veteran and Family Health*, 1(2), novembre 2015, p. 71-76; et H. Al-Aryan, « L'avenir des soins de santé pour les forces déployées », *La Feuille d'érable*, 28 février 2020 à l'adresse suivante : <https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/feuille-derable/defense/2020/02/avenir-soins-sante-pour-forces-deployees.html>.
- 74 Leasiologi, p. S181-S183.
- 75 G. Giral, A. Grosset, P. Poudre, et al., « Successful Deployment of the French Damage Control Resuscitation and Surgical Team in 2021: Lessons Learned From Its First Massive Casualty Event », *Military Medicine*, 187(1-2), 2022, p. 40-41; Luft, p. 275-281; et ATP 4-02.25.
- 76 Kaduck, p. 52.
- 77 Kaduck, p. 18; Hoffmann, p. 89-93; et Kepe.
- 78 ATP 4-02.25, p. 3-3.
- 79 Ce texte a été soumis le 27 mai 2022 et accepté aux fins de publication le 19 août 2022. Peu de temps après, le 1^{er} Hôpital de campagne du Canada a commencé à mettre en place une équipe chirurgicale avancée. L'auteur félicite toutes les personnes qui participent à ce projet pour leur prévoyance et leur diligence.